

**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LA ARENA DE LAS PLAYAS DE  
SABANILLA, MIRAMAR, COUNTRY, SALGAR, Y PRADOMAR;  
PERTENECIENTES AL MUNICIPIO DE PUERTO COLOMBIA, ATLÁNTICO.**

**LILIANA GARCÍA LAITON**

**ANYERIS LLANOS POLO**



**UNIVERSIDAD DE LA COSTA – CUC**

**FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES**

**PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**BARRANQUILLA, D.E.I.P.**

**2016**

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LA ARENA DE LAS PLAYAS DE SABANILLA,  
MIRAMAR, COUNTRY, SALGAR, Y PRADOMAR; PERTENECIENTES AL MUNICIPIO DE  
PUERTO COLOMBIA, ATLÁNTICO.

LILIANA GARCÍA LAITON

ANYERIS LLANOS POLO

TRABAJO DE GRADO PRESENTADO COMO REQUISITO PARA OPTAR AL TÍTULO DE:  
INGENIERO AMBIENTAL.

DIRECTOR: ING. RUBEN CANTERO RODELO.

CODIRECTOR: M.SC. FABIO FUENTES GRANADA

UNIVERSIDAD DE LA COSTA – CUC

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES

PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

BARRANQUILLA, COLOMBIA.

2016.



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE GRADO  
UNIVERSIDAD DE LA COSTA  
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES

ACTA N°: 21  
DE SUSTENTACIÓN DE PROYECTO DE GRADO

En la Universidad de la Costa, CUC, siendo las 10:00 am. horas, del día 14 de Septiembre del año 2016 en cumplimiento de lo señalado en el Acuerdo 237, se presentó el(los) estudiante(s):

LILIANA GARCIA LAITON  
ANYERIS LLANOS POLO

Con el fin de sustentar el proyecto de grado titulado:  
EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LA ARENA DE LAS PLAYAS SABANILLA, MIRAMAR,  
SALGAR, COUNTRY Y PRADOMAR PERTENECIENTES AL MUNICIPIO DE PUERTO  
COLOMBIA, ATLÁNTICO

Firma del(los)  
interesado(s)

Liliana Garcia L.

Ante el comité evaluador, integrado por:  
Director: RUBEN CANTERO RODELO  
Codirector: FABIO FUENTES GANDARA  
Evaluador: MARGARITA CASTILLO RAMIREZ  
Evaluador: ANDREA MORENO RIOS

Concluida la presentación y la defensa oral, el comité evaluador dictaminó otorgarle una calificación de\* 4,4

El Director de Programa le hizo saber al sustentante el resultado obtenido

Nombre de Director

Nombre de Codirector

Nombre de evaluador

Nombre de evaluador

Director de Programa

\*Opciones de calificación: cinco, cuatro, tres, no aprobada, incompleto

Dedico este logro a:

DIOS, por demostrarme su amor, al darme la salud, la sabiduría y fortaleza para siempre salir adelante en las metas de mi proyecto de vida.

María, mi hermosa mamá, por su apoyo y confianza incondicional, eres mi mayor ejemplo de superación.

A mi padre, a quien recuerdo como si fuera ayer y siempre llevo en mi corazón.

A mi amor y mi amigo incondicional, Diego, tu paciencia es insuperable, tu compañía y tus consejos siempre están en el momento indicado.

A mi hermana, Kelly y mi sobrino Andrés, los cuales me han enseñado a ser más paciente y a entender que un poco de caos a veces está bien.

A mi compañera y amiga Anyeris, por seguirme la cuerda al momento de optar por este proyecto, además de soportarme durante todo este proceso, no fue nada fácil tantas horas en un laboratorio.

A mis familiares y amigos, ustedes saben quiénes son, gracias por contribuir durante estos años a mi crecimiento profesional y personal.

A todos muchas gracias por ser tan especiales conmigo. Dios los bendiga.

**LILIANA GARCÍA LAITON.**

Agradezco.

A Dios por ser mi guía, mi luz y mi fuerza en cada decisión que tomo.

A mis padres Pedro Llanos y Sixta Polo, su amor, esfuerzo y entrega es el reflejo de todo lo que soy y he logrado hasta hoy.

A *Liliana García*, mi compañera en todo este proceso, sin tu apoyo nada de lo que hemos logrado hubiese sido posible.

A mis hermanos Heyner y Breyner, que cada día me impulsan a luchar por mis sueños.

A mis amigos, que siempre creyeron en cada una de mis locuras, me apoyaban con su amistad y estuvieron a mi lado a cada paso que daba.

A Todos los profesores y Funcionarios de la Universidad de la Costa, por su dedicación y enseñanzas recibidas a lo largo de mis estudios.

Y finalmente agradezco a cada persona que siempre confió en nosotras, que nos impulsaba a continuar y que de alguna forma nos dio su apoyo en la realización de este proyecto.

**ANYERIS KARINA LLANOS POLO.**

## AGRADECIMIENTOS.

Siempre habíamos tenido la idea de optar por un trabajo de grado para completar los requisitos y obtener el título de ingeniero ambiental, pero llegó un momento en que nos vimos tentadas a realizar algún diplomado, pero pudo más el querer dedicarnos a investigar que decidimos acercarnos a dos docentes líderes de semilleros, ambos con enfoques muy diferentes, pero solo bastó con escuchar al ingeniero Rubén Cantero quien dirige el semillero de investigaciones sostenibles para el control de la contaminación – ISOCC para saber que queríamos trabajar allí, al cabo de un mes nos vinculamos con los monitoreos que se venían realizando en las playas de Puerto Colombia. Al tiempo consultábamos sobre el tema e íbamos planteando propuestas con el fin de iniciar la labor de investigar. En este proceso, nos bronceamos, trasnochamos, reímos y hasta nos aburrimos de vernos tanto, pero todo valió la pena, fue más la motivación de sacar este proyecto adelante en el cual están vinculadas muchas personas que nos brindaron su más sincera ayuda.

Inicialmente agradecemos al **Ingeniero Rubén Cantero**, por darnos la oportunidad de pertenecer al semillero de investigación, por ser nuestro director, orientarnos en la idea principal del estudio de calidad ambiental de la zona costera de Puerto Colombia, y además por su infinita paciencia y disposición de tiempo. Al **Magister Fabio Fuentes** por sus consejos y correcciones para presentar y tener un mejor proyecto de investigación

A Erika Arbeláez y Ana, coordinadoras de laboratorio, por ayudarnos a la preparación de las salidas de campo y la fase de laboratorio, también por madrugar o quedarse un poco más del tiempo debido de su jornada, por hacernos más amenas las horas de trabajo y soportar nuestra intensidad cuando se nos presentaban inconvenientes.

A nuestros compañeros de semillero y a todos nuestros docentes que aportaron no solo cuando teníamos interrogantes con respecto a nuestro proyecto sino a lo largo de estos cinco años de estudio, por ayudarnos a ver que la motivación por mejorar la realidad se puede iniciar con ideas y acciones muy pequeñas y que la constancia hará de ellas una base sólida para un futuro sostenible.

A todos, muchas gracias, han sido importantes para alcanzar nuestras metas y sobre todo culminar esta investigación.

... a todos, infinitas gracias.

## **TABLA DE CONTENIDO.**

<b>1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....</b>	<b>21</b>
<b>2. JUSTIFICACIÓN. ....</b>	<b>23</b>
<b>3. ANTECEDENTES.....</b>	<b>25</b>
<b>4. MARCO TEÓRICO. ....</b>	<b>28</b>
<b>4.1. Conceptos y Teorías.....</b>	<b>28</b>
<b>4.1.1. Calidad Ambiental en Playas Turísticas - CAPT. ....</b>	<b>30</b>
<b>4.1.2. Calidad de la Arena de la Playa. ....</b>	<b>31</b>
<b>4.1.3. Capacidad de Carga. ....</b>	<b>32</b>
<b>4.1.4. Residuos Sólidos.....</b>	<b>33</b>
<b>4.1.5. Granulometría. ....</b>	<b>33</b>
<b>4.1.6. Grasas y/o Aceites.....</b>	<b>35</b>
<b>4.1.7. Indicadores Microbiológicos o Sanitarios. ....</b>	<b>35</b>
<b>4.2. Marco Legal.....</b>	<b>37</b>
<b>4.2.1. Delimitación Territorial del Destino Turístico de Playa.....</b>	<b>37</b>
<b>4.2.2. Manejo de residuos sólidos.....</b>	<b>40</b>
<b>4.2.3. Otros impactos ambientales. ....</b>	<b>41</b>
<b>4.2.4. Requisitos Socioculturales. ....</b>	<b>42</b>
<b>5. OBJETIVOS.....</b>	<b>43</b>



5.1. Objetivo General.....	43
5.2. Objetivos Específicos. ....	43
6. DISEÑO METODOLÓGICO .....	44
6.1.2. Área de Estudio. ....	44
6.2. Fase de Campo.....	45
6.2.1. Localización de las estaciones de muestreo en las playas objeto de estudio. 46	
6.2.2. Técnicas de Recolección de Datos. ....	47
6.2.2.1. Recolección de información. ....	47
6.2.2.2. Procedimiento de monitoreo en la arena y agua de las playas. ....	48
6.2.2.3. Procedimiento de monitoreo para residuos sólidos en la zona activa de la playa. 48	
6.2.2.4. Procedimiento de monitoreo para el conteo de visitantes en las playas. 49	
6.3. Fase de Laboratorio.....	50
6.3.1. Técnicas de medición.....	50
6.3.1.1. Variables Sanitarias.....	50
6.3.1.2. Granulometría.....	51
6.3.1.3. Grasas y/o Aceites. ....	52
6.3.2. Análisis de Datos y Métodos Estadísticos.....	52
7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	54

<b>7.1. Resultados y discusión de la Playa de Sabanilla. ....</b>	<b>54</b>
<b>7.2. Resultados y discusión de la Playa de Miramar.....</b>	<b>59</b>
<b>7.3. Resultados y discusión de la Playa del Country.....</b>	<b>64</b>
<b>7.4. Resultados y discusión de la Playa de Salgar. ....</b>	<b>68</b>
<b>7.5. Resultados y discusión de la Playa de Pradomar.....</b>	<b>72</b>
<b>7.6. Resultados y discusión de los Residuos Sólidos en las playas de Sabanilla, Miramar, Country, Salgar y Pradomar.....</b>	<b>75</b>
<b>8. CONCLUSIONES.....</b>	<b>78</b>
<b>9. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>81</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>82</b>
<b>ANEXOS. ....</b>	<b>89</b>

## LISTA DE FIGURAS.

FIGURA 1. ORDENAMIENTO DE PLAYAS. ADAPTADO DE LA NTS-TS 001-2. (ICONTEC, 2011).....	39
FIGURA 2. ÁREA DE ESTUDIO DE LAS PLAYAS DE SABANILLA, MIRAMAR, COUNTRY, SALGAR, Y PRADOMAR – PUERTO COLOMBIA, DEPARTAMENTO DEL ATLÁNTICO, COLOMBIA. MODIFICADO DE GOOGLE EARTH (2016). ....	45
FIGURA 3. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA ESTACIÓN DE MUESTREO EN CADA PLAYA DE PUERTO COLOMBIA, ATLÁNTICO. MODIFICADO DE GOOGLE EARTH (2016).....	47

## LISTA DE TABLAS

TABLA 1. TAMAÑOS DE TAMICES ESTÁNDAR EN ESTADOS UNIDOS. FUENTE: LIBRO DE FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA GEOTÉCNICA. ....	34
TABLA 2. FUENTE: ESTUDIO CERTIFICACIÓN Y CALIFICACIÓN DE PLAYAS. ANEXO 4. UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA. (ICONTEC, 2011). ....	40
TABLA 3. COORDENADAS DE LAS ESTACIONES O PUNTOS DE MONITOREO EN CADA PLAYA OBJETO DE ESTUDIO. FUENTE: PROPIA. ....	46
TABLA 4. TÉCNICAS DE MEDICIÓN DE VARIABLES SANITARIAS Y FÍSICO-QUÍMICAS. FUENTE: PROPIA .....	50
TABLA 5. CARACTERIZACIÓN DE LA ARENA DE LA PLAYA DE SABANILLA. ....	56
TABLA 6. FACTOR DE CORRELACIÓN DE LOS PARÁMETROS SANITARIOS DE LA PLAYA DE SABANILLA. ....	58
TABLA 7. CARACTERIZACIÓN DE LA ARENA DE LA PLAYA DE MIRAMAR. ....	60
TABLA 8. FACTOR DE CORRELACIÓN DE LOS PARÁMETROS SANITARIOS DE LA PLAYA DE MIRAMAR. ....	62
TABLA 9. CARACTERIZACIÓN DE LA ARENA DE LA PLAYA DE COUNTRY. ....	65
TABLA 10. FACTOR DE CORRELACIÓN DE LOS PARÁMETROS SANITARIOS DE LA PLAYA DE COUNTRY. ....	67
TABLA 11. CARACTERIZACIÓN DE LA ARENA DE LA PLAYA DE SALGAR. ....	69
TABLA 12. FACTOR DE CORRELACIÓN DE LOS PARÁMETROS SANITARIOS DE LA PLAYA DE SALGAR. ....	71
TABLA 13. CARACTERIZACIÓN DE LA ARENA DE LA PLAYA DE PRADOMAR. ....	72

TABLA 14. FACTOR DE CORRELACIÓN DE LOS PARÁMETROS SANITARIOS DE LA PLAYA DE	
PRADOMAR. ....	74

## LISTA DE GRÁFICOS.

GRÁFICO 1. COMPORTAMIENTO DE COLIFORMES TOTALES Y COLIFORMES FECALES EN LA ARENA DE LA PLAYA DE SABANILLA. ....	57
GRÁFICO 2. COMPORTAMIENTO DE COLIFORMES TOTALES Y COLIFORMES FECALES EN LA ARENA DE LA PLAYA DE MIRAMAR.....	61
GRÁFICO 3. REPRESENTACIÓN DEL FACTOR DE CORRELACIÓN DE LA PLAYA DE MIRAMAR...	63
GRÁFICO 4. COMPORTAMIENTO DE COLIFORMES TOTALES Y COLIFORMES FECALES EN LA ARENA DE LA PLAYA DE COUNTRY. ....	66
GRÁFICO 5. COMPORTAMIENTO DE COLIFORMES TOTALES Y COLIFORMES FECALES EN LA ARENA DE LA PLAYA DE SALGAR.....	70
GRÁFICO 6. COMPORTAMIENTO DE COLIFORMES TOTALES Y COLIFORMES FECALES EN LA ARENA DE LA .....	73
GRÁFICO 7. PRESENCIA DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LAS PLAYAS DE SABANILLA, MIRAMAR, COUNTRY, SALGAR Y PRADOMAR.....	77

## LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1. PLAYA DE SABANILLA .....	89
ANEXO 2. PLAYA DE MIRAMAR. ....	91
ANEXO 3. PLAYA DE COUNTRY .....	93
ANEXO 4. PLAYA DE SALGAR.....	95
ANEXO 5. PLAYA DE PRADOMAR .....	97
ANEXO 6. RESIDUOS SÓLIDOS EN LAS PLAYAS DE SABANILLA, MIRAMAR, COUNTRY, SALGAR Y PRADOMAR. ....	99
ANEXO 7. REGISTRO FOTOGRÁFICO.....	100

## RESUMEN.

Durante años se han estado realizando estudios de la calidad de las playas en diversos lugares del mundo; inclusive en Colombia hay algunos estudios de playas que se llevaron a cabo en el Caribe y el Pacífico, los cuales estuvieron enfocados en la calidad sanitaria de las aguas, sin tener en cuenta la calidad de las arenas de las playas.

La zona costera tiene una clasificación en cuanto al ordenamiento de las playas, entre estas se encuentra la zona activa siendo esta el objeto de estudio, puesto que es el lugar donde las personas pasan la mayor parte del tiempo, y en las cuales realizan la mayoría de las actividades.

Teniendo en cuenta lo anterior se eligieron cinco playas de la jurisdicción del municipio de Puerto Colombia - Atlántico, las cuales son: Playa Sabanilla, Miramar, Country, Salgar y Pradomar, con la finalidad de evaluar la calidad sanitaria, las grasas y aceite y la distribución granulométrica de la arena de las playas anteriormente mencionadas.

Los monitoreos se realizaron en los meses de abril, junio, agosto, octubre, noviembre y diciembre del año 2014 y febrero del 2015 los cuales abarcan temporadas altas y bajas de la afluencia turística. Para realizar el monitoreo se tomaron dos muestras por playa, una en la mañana y otra en la tarde, extrayéndose muestras de arena a 10 cm de profundidad.

En cuanto a la evaluación sanitaria se analizaron los parámetros de Coliformes totales y *E. Coli*. Dentro de los resultados se encontró que las playas de Salgar, Pradomar y Miramar, no cumplen con los límites permisibles en ciertos monitoreos, registrando concentraciones para coliformes totales de hasta 2400 NMP/10g, 810 NMP/10g y 2100 NMP/10g respectivamente. Para *E. Coli* en las playas de Sabanilla, Miramar, Salgar y Pradomar se



reportaron varios datos alarmantes correspondientemente de 1200 NMP/10g, 1300 NMP/10g, 1110 NMP/10g, 400 NMP/10g.

Para identificar y delimitar el ordenamiento territorial de las playas fue necesario la implementación de La Norma Técnica Sectorial Colombiana NTS-TS 001-2 Destino Turístico de Playa, que además fue guía para establecer un límite permisible a los parámetros de residuos sólidos y Coliformes fecales.

**Palabras claves:** Playas, Calidad Sanitaria, Grasas y aceite, Granulometría, Monitoreo, Coliformes Totales, *E. Coli*.

## **ABSTRACT.**

For years they have been conducting studies on the quality of beaches in various parts of the world; even in Colombia there are some beaches studies were conducted in the Caribbean and the Pacific, which were focused on the sanitary quality of water, regardless of the quality of the sands of the beaches.

The beaches are a classification which determines the arena of primary contact as the active area of the beaches, these being the place where people spend most of the time, and which perform most activities; Despite this the sands not been considered as an object of study.

Given the above five beaches of the municipality of Puerto Colombia were elected - Atlantic, which are: Playa Sabanilla, Miramar, Country, Salgar and Pradomar, in order to assess the sanitary quality, fats and oil and particle size distribution of these.

The monitoring was conducted in the months of April, June, August, October, November and December 2014 and February 2015 which include high and low seasons from the tourist crush. To perform two shows for monitoring beach, one in the morning and one in the afternoon were taken, extracted samples of sand 10 cm deep.

As the health evaluation parameters Total coliforms and *E. coli* were analyzed. Among the results it was found that the beaches of Salgar, Pradomar and Miramar, do not meet the permissible limits in certain monitoring, recording concentrations for total coliforms up to 2400 NMP/10g, 810 NMP/10g and 2100 NMP/10g respectively. For *E. coli* on the beaches of Sabanilla, Miramar, Salgar and several alarming data correspondingly Pradomar 1200 NMP/10g, 1300 NMP/10g, 1110 NMP/10g, 400 NMP/10g they were reported.

To identify and define the land use of the beaches was necessary to implement Sector Technical Standard NTS-TS 001-2 Colombian beach resort, which was also a guide for setting an allowable limit parameter of solid waste and fecal coliforms.

**Keywords:** Beaches, Health Quality, fats and oil, grain size, Monitoring, Total Coliforms, *E. Coli*.

## **INTRODUCCIÓN.**

Las zonas costeras se caracterizan por la relación entre el mar y la arena, y que en su dinámica natural presenta rompiente de olas, fuertes vientos, aumento o descenso del nivel del mar, descarga de sedimentos por los ríos, etc. Pero a su vez alberga componentes introducidos por el hombre que pueden favorecer o perjudicar el ecosistema, como ejemplo de ello los residuos sólidos de origen orgánico, estos pueden contaminar el agua y el suelo, afectando la calidad ambiental de playa a corto o largo plazo y si no se toman las acciones pertinentes para contrarrestar la contaminación del medio se puede generar afectaciones hasta a un nivel socioeconómico. Estas acciones y consecuencias han llevado a la realización de diversos estudios, generalmente enfocados al uso recreativo de las aguas, es decir, el mar y es por eso que denotando la importancia de la arena en el ecosistema playero se enfocó a evaluar la calidad de la arena de las playas pertenecientes al municipio de Puerto Colombia – Atlántico.

La calidad ambiental de las playas se ve influenciada por diversas fuentes de contaminación, como son las actividades económicas estacionarias, como restaurantes y hoteles, las actividades económicas temporales, como vendedores ambulantes, y la afluencia de turistas con bajos niveles de conciencia ambiental. (Pereira & Botero, Calidad Ambiental en Playas Turísticas - CAPT, 2015), también se consideran fuentes contaminantes la descarga de aguas residuales, los vertimientos estacionales de aguas de escorrentía, los residuos sólidos y la deficiencia de servicios sanitarios dentro de las playas. Apreciando el estado del entorno costero, se le dio prioridad a un factor fundamental, que es el suelo, es decir la arena de la playa, es aquí donde los visitantes o lugareños pasan la mayor parte del tiempo cuando concurren a estos lugares. “Sin embargo el desconocimiento

de la calidad ambiental de estos espacios costeros puede marginar al país del concierto mundial, pues los turistas son muy sensibles a la calidad del agua de baño y la arena.” (Pereira & Botero, Programa de Monitoreo de Calidad Ambiental en Playas Turistísticas., 2015)

Por ello surgió la necesidad de evaluar la calidad sanitaria y físico-química de la arena de las playas de Puerto Colombia.

Dentro de los parámetros que fueron medidos y los cuales deben estar dentro del rango admisible para uso recreativo de playas son: coliformes totales, coliformes fecales, como también grasas y/o aceites y la distribución granulométrica de las arenas. Esto con el fin de evaluar si los valores que estos estudios arrojan se encuentran dentro de los límites establecidos para fines recreativos mediante contacto primario, para uso estético y turístico.

## **1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.**

Las playas han sido objeto de diversos estudios como el de “Calidad Microbiana del agua de Playas de Lima y su relación con focos de contaminación” (Vergaray , Méndez F, Morant, Gamboa R, & Fernández S, 2011) y “La Calidad Bacteriológica de la arena del mar” (Cruz Ortiz & Galicia Jiménez, 2013); estos estudios son desarrollados debido a la constante interacción que hay con los turistas que llegan a las playas para recrearse o para aquellas personas que significa un ingreso, sin embargo, hay que destacar que la mayoría de estos estudios tienen como enfoque la calidad del agua, ¿pero qué pasa con la calidad de la arena de la playa?. Teniendo en cuenta el ordenamiento de las playas la mayoría de turistas pasan un tiempo considerable en la zona activa, ese sector donde no se encuentra ninguna construcción, permitiendo la circulación de los bañistas y su inmersión al mar. Es costumbre que los bañistas descansen y se diviertan (jueguen, construyan castillos de arena, se bronceen, y se sepulten) en esta zona, haciendo un contacto directo con el suelo o arena de la playa, haciendo más importante desarrollar estudios de la arena donde las personas pasan la mayor parte de su tiempo.

“En particular, la arena de las playas y el espacio litoral son dos recursos naturales críticos para la pervivencia económica y medioambiental de las regiones costeras” (Piqueras, 2007) y es común encontrar contaminantes generados por actividades antrópicas o por animales no pertenecientes al ecosistema playero, estos pueden ser constantes o accidentales, tales como: residuos sólidos, materia fecal, derrame de grasas y/o aceites y derivados del petróleo, he ahí la importancia de monitorear la calidad de la arena de las playas para examinar que puede perjudicar la salud de los usuarios e incluso la percepción del lugar. Hoy en día, la contaminación de nuestro entorno se considera como un serio problema que

incluye varios aspectos como la salud pública. Particularmente, las descargas de aguas negras son una fuente importante de contaminación de las zonas costeras. En éstas, un gran número de bacterias patógenas y virus, son descargados en el océano representando un riesgo para la salud por la propagación de enfermedades infecciosas a bañistas, como tifoidea, paratifoidea, gastroenteritis, hepatitis y poliomielitis. (Cortes Lara, 2003).

De acuerdo al informe técnico realizado en las playas de la costa Caribe entre las cuales se evaluó las playas de Salgar y Pradomar en el año 2011, se encontró o se determinó que en cuanto a coliformes totales, las condiciones de calidad son insuficientes para actividades de contacto primario, puestos los valores que se obtuvieron oscilaron entre los 400 NMP/100mL y 600 NMP/100mL para Pradomar y 800 NMP/100mL y 900 NMP/100mL para salgar, teniendo en cuenta que el límite permisible para coliformes totales es de 200 NMP/100mL según lo dictaminado por el ministerio de salud en la Norma Técnica Sectorial Colombiana NTS-TS 001-2 Destino Turístico de Playa (L. Janet Vivas-agua, 2011) los valores que se hallaron estaban por encima del límite permisible.

A partir de esta problemática nace la necesidad de evaluar la calidad de la arena de las playas del Municipio de Puerto Colombia - Atlántico, ya que este cuenta con diversas playas turísticas que son muy concurridas principalmente por personas del Distrito de Barranquilla y su área metropolitana. Es por ello que se localizaron en cinco playas del municipio estaciones de muestreo para obtener resultados que permitan tener una guía para identificar las posibles afectaciones en el entorno costero, la salud de los bañistas y a su vez brindar datos de referencia que ayuden a investigaciones futuras.

## **2. JUSTIFICACIÓN.**

Las playas son ambientes extremadamente dinámicos y frágiles, donde arena, agua y aire están siempre en movimiento; las arenas viajan por cientos a miles de kilómetros y por largos periodos de tiempo para conformar playas, cuya posición y morfología cambian en respuesta al movimiento de las olas, las corrientes, al nivel del mar y por supuesto al viento. La intervención humana sobre ellas, con la construcción de vías y otras obras de infraestructura urbana y de servicios, transforma este sistema e introduce un alto valor de desequilibrio ambiental. La costa del Caribe colombiano cuenta con aproximadamente 900 km lineales de playas, la mayoría constituidas por sedimentos de origen terrígeno, traídos por las corrientes fluviales o como resultado de la erosión de los acantilados. (Posada Posada & Henao Pineda, 2008).

Es así como la zona litoral del Caribe colombiano se convierte estratégicamente en un eje para la economía de su población circundante, un ejemplo de ello ocurre en el área metropolitana de la ciudad de Barranquilla, específicamente en el municipio de Puerto Colombia – Atlántico, en sus playas de Sabanilla, Miramar, Country, Salgar, y Pradomar que se caracterizan por la constante presencia de personas en cualquier época del año. Propios y visitantes se benefician los ecosistemas playeros al realizar diferentes actividades económicas o actividades recreacionales, es decir, que las playas se ven intervenidas por actividades antrópicas y estas han ido causando efectos negativos como la presencia de residuos sólidos, malos olores, heces fecales, vertimientos puntuales, entre otros.

Este tipo de contaminantes perjudican notoriamente la calidad de la playa, puesto que los diferentes agentes externos como el sol, el viento, el agua, la arena y de hecho el tiempo hacen que en el caso de residuos sólidos de tipo orgánico entren en descomposición y traiga



consigo malos olores. Otro problema que tienen algunas de estas zonas, es la presencia de animales callejeros y domésticos como perros y gatos, que depositan sus heces en la arena, y luego de que el excremento se barre por acción de la marea, se convierte en un elemento que constituye riesgo de enfermedad para los bañistas. (Morales Aleans, Esquivia Muñoz, & Tirado Ballestas, 2015). Además, es evidente que las urbanizaciones cercanas a algunas playas han optado por la implementación de tuberías que desembocan directamente en la arena y el vertimiento siguiendo su cauce llega hasta el mar. Este tipo de factores se perciben desde una observación detallada del ecosistema y generan muchas dudas sobre la calidad de la arena y el agua de una playa de uso turístico. Por eso se hizo relevante evaluar la calidad de la arena de las playas, para ello se tuvo en cuenta la distribución granulométrica, grasas y/o aceites, coliformes totales y fecales, asimismo se considera la cantidad de residuos sólidos, la presencia de mascotas y el número de turistas de las playas de Sabanilla, Miramar, Country, Salgar, y Pradomar; para poder contemplar factores que puedan poner en riesgo la integridad de las personas y tomar medidas para evitar o detener el deterioro de las playas urbanas de Puerto Colombia y así prolongar su estabilidad como ecosistema natural y fuente económica y recreacional de la comunidad.

### **3. ANTECEDENTES.**

Desde el año 2013 y bajo convenio interadministrativo entre el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - MADS e Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras - INVEMAR, se ha venido diseñando e implementando una metodología que permita llevar a cabo una evaluación integral de los ecosistemas partiendo de la evaluación de estado, causas de deterioro (problemáticas) y servicios ecosistémicos que estos prestan, los cuales ayudan a la selección y priorización de las áreas. En este caso particular, el programa GEO implementó una estrategia para identificar el potencial de restauración en el ecosistema de PLAYAS ARENOSAS en los litorales Pacífico y Caribe colombianos. (Gallardo Garcia, 2013).

En 2010 se colocaron las bases de cooperación interuniversitaria en el Caribe Colombiano en el tema de calidad ambiental de playas, a través de la iniciativa que tuvo la Fundación Universitaria Tecnológico Comfenalco, quien invitó a la Universidad del Magdalena a cooperar en esta línea temática. De este primer esfuerzo nació el Programa de Calidad Ambiental en Playas Turísticas del Caribe Norte Colombiano, con un horizonte 2010 – 2013, cuyo objetivo era conocer las condiciones de calidad ambiental de las playas del Caribe norte colombiano, a través del monitoreo permanente de parámetros ambientales específicos para este espacio costero y su representación por medio de indicadores e índices. (Botero Saltarén, et al., 2013).

La Red de Vigilancia para la Conservación y Protección de las Aguas Marinas y Costeras de Colombia – REDCAM desde el 2001 hasta la fecha, se ha mantenido como un sistema que permite evaluar los efectos de actividades humanas sobre los ecosistemas marinos y costeros, con miras a disponer en forma permanente de un diagnóstico actualizado de las

condiciones ambientales; con variables: físico/químicas, hidrocarburos, metales pesados, microbiológicas y plaguicidas organoclorados. En el informe técnico del 2014 los resultados del índice de calidad de aguas, mostraron condiciones adecuadas y aceptables del agua marina para la preservación de flora y fauna en la estación de Pradomar, para las épocas de lluvia y secas. Mientras que Salgar presento condiciones inadecuadas en la época de lluvias de 2013, debido a que presentaron altas concentraciones de coliformes (3.500 NMP/mL). En cuanto a los sedimentos en Colombia no existen criterios sobre niveles permisibles o valores umbrales de hidrocarburos en sedimentos, o referencias de concentraciones que puedan causar efectos tóxicos a la vida marina. (Vivas Aguas, y otros, 2014).

En un macroproyecto desarrollado por la Universidad del Magdalena, que es apoyado por la Dirección Marítima -DIMAR se propuso un listado de parámetros, en el cual se contempla la playa emergida y sumergida. El método empleado de triple validación se basó en la revisión de instrumentos normativos de calidad de playas turísticas en diferentes países, criterios de selección y análisis de hábitos de visitantes en dos playas de referencia. Se obtuvo un listado de parámetros físico-químicos y microbiológicos, que integra la zona emergida dentro de la medición de calidad de playas turísticas. Este registro contribuye a la adopción de futuras reglamentaciones relativas a la actividad turística en playas del Caribe Colombiano. (Hurtado Garcia, Botero Saltarén, & Herrera Zambrano, 2009).

Una nueva investigación en la revista ACS Ciencia y Tecnología del Medio Ambiente investiga razones por las que la respuesta podría ser "sí". Las aguas costeras contaminadas con aguas residuales pueden provocar dolores de estómago, diarrea y erupciones cutáneas para los que se tragan accidentalmente microbios dañinos o entran en contacto con ellos.

Pero en la última década, los científicos han estado encontrando bacterias fecales en la arena de playa que sobrepasan de 10 a 100 veces los límites permisibles a medida que se acerca a la zona donde el agua y la arena tiene contacto. En el laboratorio, los investigadores crearon microcosmos de arena de la playa y el agua de mar contaminada con aguas residuales para ver cómo las poblaciones bacterianas totales, incluidos los habitantes de fecales responsables de causar la enfermedad, podrían cambiar con el tiempo. Ellos encontraron que las comunidades microbianas tendieron a decaer mucho más lento en el entorno de la arena de playa simulada que en el agua, lo que podría ayudar a explicar por qué las bacterias fecales se encuentran más en las playas arenosas afectadas por la contaminación de aguas residuales que en las olas (Zhang, Xia , & Tao , 2015 ).

## **4. MARCO TEÓRICO.**

### **4.1. Conceptos y Teorías.**

La zona costera y en particular las playas, pueden jugar un papel muy importante en el desarrollo social y económico de un país, si y solo si, los cambios inducidos por los procesos naturales y/o los impactos antropogénicos preocupan tanto a los usuarios o inversionistas con intereses reales o potenciales, como a las agencias gubernamentales responsables del manejo sustentable de este recurso (Mendoza Rentarías, 2012). En las zonas marino-costeras existe una dinámica particularmente intensa; esto se debe a que en dichas zonas se da un constante intercambio entre cuatro medios: el mar, la tierra, el agua dulce y la atmósfera; una de las características fundamentales de estas zonas y sobretodo de sus ecosistemas asociados, es su papel en la reproducción, alevinaje, crianza, crecimiento y protección de muchos organismos que utilizan estos ecosistemas y áreas litorales para ello (Lugo Arias, 2014).

Las playas representan un sedimento no consolidado ubicado en la unión entre agua y tierra; y generalmente están compuestas de arena, lodo o rocas. Sin embargo, los bañistas pasan más tiempo en las playas que en el agua y los microorganismos son un componente significativo de la arena de playa. Por ello, se ha mostrado preocupación por la arena de playa y materiales similares ya que pueden actuar como reservorios (World Health Organization, 2003).

Las arenas de las playas sustentan una diversidad de organismos que interactúan en una compleja red trófica, en cuya base se encuentran las bacterias, algas y protozoos. Esta es conocida como red trófica intersticial y desempeña un rol importante en los ecosistemas de las playas arenosas (Gonzalez & Emiliani, 2005). El análisis de la interacción de los

organismos con las características físicas de las playas, ha permitido desarrollar un conjunto de teorías ecológicas basado en un paradigma central donde se formula que la diversidad de especies, la abundancia total y la biomasa de macroinvertebrados, aumenta desde playas reflectivas a playas disipativas (Ocaña, et al., 2012).

Estudios posteriores han demostrado que la contaminación microbiológica es mayor en la arena que en las aguas adyacentes ya que la arena actúa como un puerto pasivo para la contaminación cumulativa. El movimiento del agua causa erosión, transporte y deposición de todos los sedimentos de la playa, así como la posterior redistribución de microorganismos. La contaminación de la arena varía ampliamente a unos pocos metros de distancia, lo cual dificulta la interpretación de los resultados. (World Health Organization, 2003).

La OMS/PNUMA (1992, 1994) han señalado que la arena húmeda y los sedimentos de la playa deben ser una parte integral de los estudios epidemiológicos y microbiológicos que relacionan la calidad del agua recreativa con el efecto sobre la salud; sin embargo, la evidencia disponible indica que la arena de playa no constituye un peligro de infección (Chabasse y otros, 1986; Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France, 1990). La supervivencia de bacterias entéricas en la superficie de la arena seca puede ser de corta duración ya que la presión ambiental destruye a la mayoría de estas. La arena húmeda, área donde los niños pasan la mayor parte de su tiempo en la playa, es la más relevante ya que está enriquecida con sustancias orgánicas y, por lo tanto, brinda un ambiente favorable para las bacterias entéricas, lo cual les permite sobrevivir más tiempo que en el agua. Se ha propuesto que diversos factores ambientales y antropógenos pueden favorecer la dispersión de indicadores y agentes patógenos en la arena de playa. Borrego y otros (1991) reportaron

recuentos bacterianos más elevados y un mayor tiempo de supervivencia en playas cercanas a emisarios de aguas residuales. (World Health Organization, 2003).

La salinidad del mar junto con la incidencia de la luz, temperatura, falta de nutrientes y competencia con microorganismos autóctonos dificultan la permanencia de bacterias del tipo enterobacterias (Rozen y Belki, 2001). A pesar del stress fisiológico ocasionado por el cambio en las condiciones ambientales, cuando dichos microorganismos ingresan al ambiente marino, pueden permanecer cierto tiempo en los sedimentos (Anderson et al, 2005; Baghel et al, 2005). (Pucci, Acuña, & Pucci, 2013) y contrario a lo que se podría pensar, la interacción de microorganismos con sedimentos puede favorecer su supervivencia, ya que disminuye su exposición a la luz solar y a la predación, a la vez que incrementa la disponibilidad de nutrientes; por lo tanto, los sedimentos de las costas pueden actuar como reservorios para microorganismos patógenos (WHO, 2003). Por lo anterior, las bacterias indicadoras fecales pueden persistir y multiplicarse potencialmente en suelos tropicales y arena (Bonilla et al. 2007), de forma que pueden adquirirse una serie de enfermedades provocadas por especies patógenas al contacto con la arena de mar (WHO, 2003). (Cruz Ortiz & Galicia Jiménez, 2013).

#### **4.1.1. Calidad Ambiental en Playas Turísticas - CAPT.**

La calidad ambiental de las playas se puede asociar con su aptitud para prestar servicios ambientales, como la recreación y la conservación del medio natural, este último uso definido por el hombre para contrarrestar la degradación ambiental que resulta de la actividad antrópica incontrolada (Enríquez 2003, Silva et al. 2007-B). Miravet et al. (2009), describe a la calidad ambiental como el comportamiento de ciertos factores del medio en función de sus propiedades intrínsecas o de las presiones ejercidas por la actividad humana.

Esto coincide con lo que plantea Yepes (1999) en donde, el calificativo de buena o mala calidad se basa en la comparación de las características inherentes de la playa, como es el valor de sus parámetros físicos o biológicos, así como las propiedades que tiene para aplicar un uso y manejo. A partir de considerar estos variados enfoques del concepto CAPT, se presenta la siguiente definición genérica: la Calidad Ambiental en Playas Turísticas es el estado que presenta en un momento dado un sistema socionatural, en relación con su funcionamiento como ecosistema y satisfactor de necesidades humanas (entre ellas la subsistencia, el ocio y la identidad), integrando tres dimensiones: sanitaria, ecosistémica y recreativa. En este sentido, y para complementar la definición, se considera que hay una buena calidad ambiental en las playas cuando el sistema natural puede mantener su estructura y funcionamiento y a su vez sostener la(s) actividad(es) humana(s) que en él se realizan. (Botero , Pereira, & Cervantes, 2013).

#### **4.1.2. Calidad de la Arena de la Playa.**

La calidad de la arena se refiere a las características microbiológicas que debe poseer, en este caso para uso recreativo, así como la inexistencia de residuos sólidos. La calidad de la arena en playas tiene un efecto sobre la salud del ecosistema y del ser humano que entra en contacto con ella.

La calidad de la arena se monitorea a través de la revisión de tres parámetros: residuos sólidos presentes, coliformes fecales y coliformes totales, similarmente que en el caso de la calidad de agua. Un error muy común es no realizar la recolección de muestras y posterior prueba de laboratorios, debido a que se infiere que las actividades de limpieza de la playa son suficientes para asegurar la calidad de la arena. (Zielinski & Botero Saltarén, 2012).



#### **4.1.3. Capacidad de Carga.**

La noción básica de capacidad de carga o capacidad de soporte establece que todos los ambientes naturales poseen un límite biofísico. Superar este límite significaría amenazar la integridad de estos ambientes (Stankey citado por Wearing & Neil, 2001). Los primeros estudios volcados a determinar la capacidad de carga para los sitios de interés turístico se centraban en establecer un número máximo de individuos en base a los límites biofísicos del lugar. A partir de la década de 1960 este abordaje fue revisado. Era claro que considerar las características biofísicas del área era importante pero no suficiente. De esta forma se incorporaron a los estudios sobre capacidad de carga cuestiones de naturaleza social y psicológica como la clase socioeconómica, la edad, la educación, la procedencia, el sexo, los gastos, las percepciones del individuo, los comportamientos, las expectativas en cuanto al área visitada, etc. Desde entonces las estimaciones sobre la capacidad de soporte pasaron a considerar también la satisfacción de la experiencia del visitante (Takahashi, 1998). Así, el concepto de capacidad de carga para uso turístico pasa a tener dos componentes: biológico y social. El primero relacionado con los cambios ecológicos en el ecosistema y el segundo relacionado con la calidad de la experiencia del visitante (Siles, 2003). (Dias e Cordeiro, Korossy, & Fragoso Selva, 2012)

Dentro de lo establecido por la Norma Técnica Sectorial Colombiana NTS-TS 001-2 se define como el grado de aprovechamiento turístico (número de personas) que puede soportar una zona, asegurando una máxima satisfacción a visitantes y turistas, así como una mínima repercusión sobre los recursos naturales y culturales. Esta noción supone la existencia de límites de uso, determinada por factores medioambientales, sociales y de gestión que define la autoridad respectiva. (ICONTEC, 2011).

#### **4.1.4. Residuos Sólidos.**

Un residuo solido es cualquier objeto, material, sustancia o elemento solido que se abandona, bota o rechaza después de haber sido consumido o usado en actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales, de servicios e instituciones de salud y que es susceptible de aprovechamiento o transformación en un nuevo bien, con valor económico. Se dividen en aprovechables y no aprovechables. Los residuos sólidos en playa es el producto descartado por el hombre, que resulta de su actividad cotidiana en la sociedad. Esto significa que le atribuye a la sociedad civil la responsabilidad posterior al consumo, en el sentido de comprometerla a ejercer conductas ambientalmente adecuadas para con los productos que ella descarta diariamente, los cuales son llamados comúnmente residuos sólidos. (Pereira & Conto, 2008). La playa y su entorno circundante, incluyendo caminos, áreas de aparcamiento y acceso debe estar limpia y bien mantenida en todo momento, incluyendo que no deben existir basuras a la vista. (FEE, 2010). (Red Iberoamericana Proplayas, Fundación Universitaria Tecnológico , & Playas Corp, 2015).

#### **4.1.5. Granulometría.**

Los efectos que tiene el sustrato sobre la distribución de ciertas especies en las playas se deben, principalmente, al tamaño de grano y clasificación de los sedimentos, ya que determinan la porosidad y capilaridad del medio, permitiendo, entre otras características una mayor o menor humedad. (Mendéz , Sous-Weiss, & Carranza, 1985)

Diferentes instituciones han utilizado diversos métodos para el estudio de la distribución de los tamaños de grano en el sedimento e incluso los métodos empleados no parten del mismo principio para las diversas fracciones granulométricas. Así, la forma más usual de

realizar una curva granulométrica total es mediante el análisis de la fracción arena por tamizado. (Giro & Maldonado, 1985).

Un análisis granulométrico por tamices se efectúa tomando una cantidad medida de suelo seco, bien pulverizado y pasándolo a través de una serie de tamices cada vez más pequeños y con una charola en el fondo. La cantidad de suelo retenido en cada tamiz es determinada. Este porcentaje es generalmente denominado el “porcentaje que pasa”. La tabla 1 contiene una lista de los números de tamices usados en Estados Unidos y el correspondiente tamaño de sus aberturas. Estos tamices se usan comúnmente para el análisis de suelos con fines de clasificación. (Das, 2001).

**Tabla 1.** Tamaños de tamices estándar en Estados Unidos. Fuente: Libro de Fundamentos de Ingeniería Geotécnica.

<b>Malla No.</b>	<b>Abertura (mm)</b>
<b>4</b>	4.750
<b>6</b>	3.350
<b>8</b>	2.360
<b>10</b>	2.000
<b>16</b>	1.180
<b>20</b>	0.850
<b>30</b>	0.600
<b>40</b>	0.425
<b>50</b>	0.300
<b>60</b>	0.250
<b>80</b>	0.180
<b>100</b>	0.150
<b>140</b>	0.106
<b>170</b>	0.088
<b>200</b>	0.075
<b>270</b>	0.053

#### **4.1.6. Grasas y/o Aceites.**

Las grasas son sustancias lipófilas e hidrófobas, esto es, insolubles en agua y solubles en disolventes orgánicos. Los aceites y las grasas son, desde un punto de vista químico, sustancias muy similares; son compuestos (ésteres) de alcohol y glicerol (glicerina) con ácidos grasos. Los glicéridos o ácidos grasos que son líquidos a temperaturas normales, se denominan aceites y los que son sólidos se denominan grasas.

La presencia de aceites y grasas en el litoral de la bahía, se debe a que proceden de residuos, como: residuos hidrobiológicos, mantequilla, ácidos grasos, jabones, grasas, hidrocarburos, aceites, ceras y mantecas.

Los aceites y grasas son perjudiciales para la vida acuática, porque el hecho de que sean menos densos que el agua e inmiscibles con ella, forman películas que se difunden sobre la superficie, de modo que pequeñas cantidades de grasas y aceites pueden cubrir grandes superficies de agua. Además de producir un impacto estético, reducen la aeración y disminuyen la penetración de la luz solar necesaria para la fotosíntesis (producción primaria) de las plantas acuáticas. Algunos aceites, especialmente los minerales suelen ser tóxicos, pudiendo formar "bolitas de alquitrán" en las playas, y afectar a plantas y animales. (Vallejo Huamán, 2010)

#### **4.1.7. Indicadores Microbiológicos o Sanitarios.**

El análisis microbiológico básico comprende la determinación de coliformes totales y fecales. El uso de indicadores microbianos para evaluar la calidad data de 1892, cuando *E. coli* se empezó a utilizar con estos fines, el grupo se encuentra formado por bacilos Gram negativos, oxidasa negativos, catalasa positiva, capaz de fermentar la lactosa con producción de ácidos y gas. Estos microorganismos pueden ser aerobios o anaerobios

facultativos. Los coliformes incluyen más de 20 especies de bacterias, la mayoría de ellas pertenecientes a la familia Enterobacteriaceae. (Pouch F., 2001). (Redondo Solano, 2008)

Las coliformes son una familia de bacterias que se encuentran comúnmente en las plantas, el suelo y los animales, incluyendo los humanos. La presencia de bacterias coliformes es un indicio de contaminación con aguas negras u otro tipo de desechos en descomposición. Por ello, el control sanitario de riesgos microbiológicos es tan importante, y constituye una medida sanitaria básica para mantener un grado de salud adecuado en la población (Marín et al., 2004a). Estas bacterias se transmiten comúnmente por la ingestión o el contacto con agua contaminada. Por lo tanto, la contaminación fecal ha sido, y sigue siendo, el principal riesgo sanitario. (Zielinski & Botero Saltarén, 2012).

Por las características descritas anteriormente se fundamenta la implementación del método Numero más Probable (NMP), además esta es apropiada cuando se sospecha que la muestra tiene menos de 10 células por mL., se aplica sobre todo a las aguas residuales y de sedimentos no tratados y clorados, y puede utilizarse también en aguas dulces y marinas. Para preparar la muestra se toma los mL o gr de la muestra más los mL de agua, de tal forma que las mediciones de una primera dilución  $10^{-1}$  y así hasta lograr la dilución deseada.

Procesamiento. Se inocular 1 mL de cada una de las diluciones seleccionadas:

- En series de 3 tubos,
- En series de 5 tubos,
- En series de 10 tubos.

Expresión de resultados.

- En placas: UFC x g o mL o en 100 mL
- En tubos: NMP x g o mL o en 100 mL. (Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) e Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), Abril, 2001).

#### **4.2. Marco Legal.**

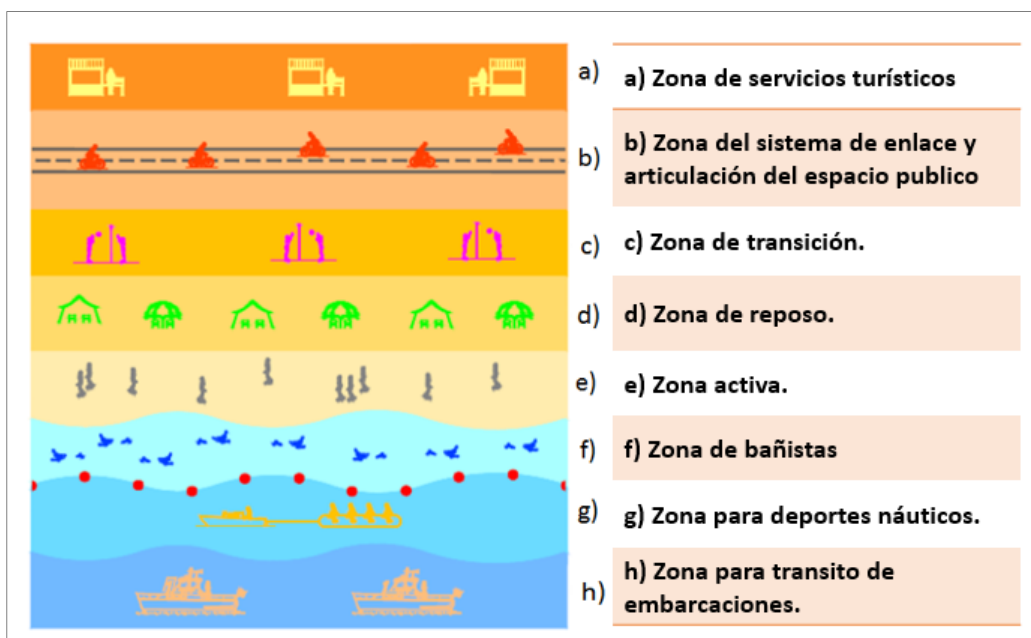
En Colombia rigen diversas normas, leyes o decretos que promueven la conservación y la adecuada gestión de los recursos naturales. Y en sus facultades el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, INCOTEC elaboró la Norma Técnica Sectorial Colombiana NTS-TS 001-2 Destino Turístico de Playa, donde se estipulan directrices de ordenamiento y requisitos para obtener certificado de calidad del destino turístico playa. (ICONTEC, 2011).

##### **4.2.1. Delimitación Territorial del Destino Turístico de Playa.**

Se deben identificar y delimitar las siguientes zonas en su ordenamiento de playas, según sea aplicable (véase figura 1).

- a) Zona de servicios turísticos. Franja inmediata y paralela a la zona de transición, ubicada en zona de material consolidado destinada al uso comercial y de servicios supeditada a que el área y espacio disponible lo permitan, según sea aplicable.
- b) Zona del sistema de enlace y articulación del espacio público. Franja inmediata y paralela a la zona de servicios turísticos, en suelo no consolidado, tierra adentro, que se extenderá hasta el lugar donde se presenta un marcado cambio en el material, forma o fisiografía o hasta donde se inicie la línea de vegetación permanente, límite físico de las playas.

- c) Zona de transición. Franja inmediata y paralela a la zona de reposo, en suelo no consolidado, tierra adentro. Existe solo si las condiciones y dimensiones de la playa lo permiten. En esta zona solo se permiten actividades temporales, deportivas y culturales y está supeditada a que el área y espacio disponible lo permitan. Se pueden instalar mobiliarios removibles que faciliten la práctica deportiva y la realización de eventos turísticos, deportivos, recreativos y culturales.
- d) Zona de reposo. Franja inmediata y paralela a la zona activa, en suelo no consolidado, tierra adentro. Dedicada al reposo de los bañistas, exclusivamente. Se permitirá mobiliario apto para la comodidad, seguridad y descanso de los bañistas.
- e) **Zona activa.** Franja de arena más próxima a la orilla de la playa, en suelo no consolidado, tierra adentro. Dedicada para la circulación de los bañistas, exclusivamente. Esta zona debe permanecer libre en toda su longitud para favorecer la cómoda inmersión y la circulación longitudinal de los bañistas.
- f) Zona de bañistas. Franja inmediata y paralela a la zona activa, que se inicia desde la línea de marea más alta sobre la playa, hasta el límite en distancia y profundidad, mar adentro, que garantice la seguridad de los bañistas. Dedicada exclusivamente para nado y permanencia de los bañistas dentro del mar.
- g) Zona para deportes náuticos. Franja inmediata y paralela a la zona de bañistas, mar adentro, destinado para la práctica de actividades acuáticas donde el usuario tiene contacto permanente con el agua, tales como motonáutica, gusanos, surfing, kayak, buceo a pulmón buceo autónomo, entre otros.
- h) Zona para tránsito de embarcaciones. Franja inmediata y paralela a la zona de deportes náuticos, mar adentro, destinada para el tránsito de embarcaciones. No se permite el uso de esta zona por parte de bañistas, ni la práctica de deportes náuticos.



**Figura 1.** Ordenamiento de Playas. Adaptado de la NTS-TS 001-2. (ICONTEC, 2011)

En el destino turístico de playa se debe implementar un plan de manejo sostenible y de monitoreo para la calidad del material constitutivo de la playa, que incluya mediciones puntuales antes y después de las temporadas, para cuantificar los posibles contaminantes. El líder de sostenibilidad debería mantener registros de cada análisis en una base de datos disponible para la auditoria de la certificación, en la cual además debería destacar los puntos de muestreo que han excedido alguna vez los valores máximos permisibles. Los parámetros por medir y sus valores máximos permisibles pueden ser:



**Tabla 2.** Fuente: Estudio Certificación y Calificación de Playas. Anexo 4. Universidad del Magdalena. (ICONTEC, 2011).

Parámetro	Valor
<b>Residuos sólidos en el material constitutivo de la playa.</b>	50 g/m <sup>2</sup> o 5 unidades/100 m <sup>2</sup> que no excedan de 1 Kg de peso cada una.
<b>Coliformes fecales</b>	< 100 NMP/10 g
<b>Enterococos fecales</b>	<40 NMP/10 g

Si los límites permisibles se superan tres veces consecutivas, o más del 10% de las mediciones en temporada alta turística, el material constitutivo de la playa debería cerrarse a los turistas hasta que se regrese a las condiciones aceptables de calidad de la arena durante dos semanas.

Además, se debe realizar la limpieza de las playas diariamente, para que permanezca libre de residuos o de cualquier material que pueda afectar la seguridad de los usuarios o la estética propia del lugar. El sistema de limpieza del suelo (arena, canto rodado, césped, etc.) debe considerar el mantenimiento adecuado (aireación, remoción, etc.) del material constitutivo de la playa hasta el borde del cuerpo de agua de mar.

#### **4.2.2. Manejo de residuos sólidos.**

En el destino turístico de playa se debe diseñar e implementar un programa de majeo integral de residuos sólidos para la zona costera, el cual debe incluir minimización, separación en la fuente, almacenamiento, transporte, aprovechamiento, tratamiento y disposición final.

La playa debe contar con recipientes de almacenamiento temporal de residuos sólidos, en proporción a la cantidad de usuarios de la misma, tomando las medidas de seguridad necesarias, evitando la proximidad de las canecas de almacenamiento temporal con el mar. Dichas canecas deben contar con tapa y no deben tener contacto con el suelo.

Los establecimientos que prestan servicios en la playa deben tener a disposición del público recipientes de almacenamiento temporal de residuos sólidos, que faciliten su separación claramente identificados en lugar visible.

En el destino turístico de playa se debe contar con una frecuencia del servicio de recolección de residuos en la playa como mínimo una vez al día y adelanta una jornada anual de limpieza submarina de la zona de bañistas.

#### **4.2.3. Otros impactos ambientales.**

Ante la presencia de fuentes puntuales de contaminación que pueden generar impactos en las áreas adyacentes a la playa, se debe identificar la ubicación y el tipo de contaminante y se debe promover ante los responsables las acciones para su control.

En el destino turístico playa se debe diseñar e implementar un programa de gestión para la prevención y el control de los impactos atmosféricos, visuales y auditivos.

El abastecimiento de combustible, mantenimiento y limpieza para los equipos motorizados acuáticos se deben realizar en las zonas autorizadas por la Dirección General Marítima – DIMAR, cumpliendo las medias de seguridad establecidas para el manejo de sustancias.

No se permitirá que ningún tipo de vehículo circule o se estacione sobre la playa, a excepción de aquellos que prestan servicios públicos de limpieza, vehículos de seguridad y aquellos de remolque de embarcaciones.

#### **4.2.4. Requisitos Socioculturales.**

Se debe contar con un programa de sensibilización e información y un código de conducta para el buen uso de la playa, el cual debe ser divulgado al público general.

Se debe prevenir la instauración de ventas ambulantes e implementar programas para la organización y formalización de los vendedores ambulantes en el área de playa, de acuerdo con la zonificación establecida. (Véase numeral 4.2.1.). También se debe determinar la capacidad de carga turística y actuar consistentemente con esta.

## **5. OBJETIVOS.**

### **5.1. Objetivo General.**

Evaluar la calidad sanitaria, las grasas y aceites y la distribución granulométrica de la arena de las playas de Sabanilla, Miramar, Country, Salgar, y Pradomar; pertenecientes al municipio de Puerto Colombia, Atlántico.

### **5.2. Objetivos Específicos.**

- Caracterizar la arena de la zona activa del suelo de las playas de Puerto Colombia, Atlántico.
- Estudiar el comportamiento de coliformes totales y coliformes fecales en la arena de las playas de Puerto Colombia, Atlántico.
- Analizar por medio del factor de correlación los resultados de los coliformes totales y coliformes fecales encontrados entre el agua y la arena.

## **6. DISEÑO METODOLÓGICO**

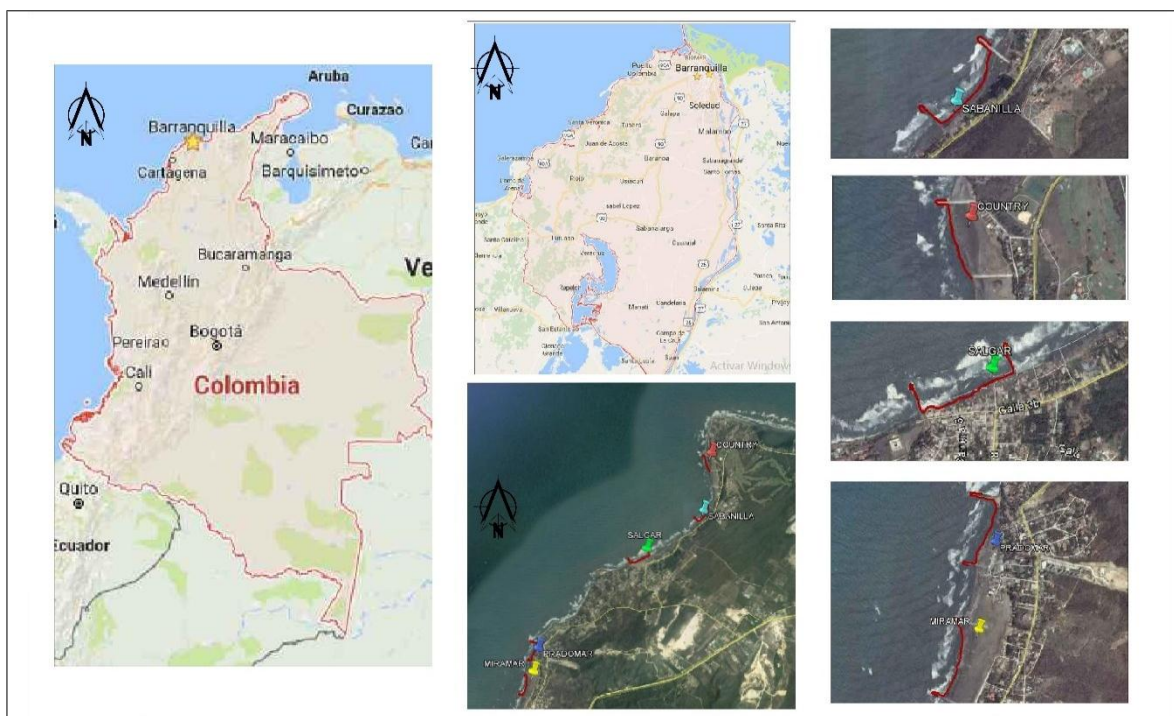
### **6.1.1. Tipo de Estudio.**

La investigación es de tipo descriptiva porque busco evaluar la calidad Sanitaria y Físico-Química de la arena de las playas de Sabanilla, Miramar, Country, Salgar, y Pradomar; pertenecientes al municipio de Puerto Colombia, Atlántico causado por las diferentes actividades económicas y recreacionales. Además, se estudió el comportamiento de coliformes totales y fecales en la arena, y conjuntamente la correlación de los resultados de los coliformes totales y fecales encontrados entre el agua y la arena de las playas objeto de estudio. También se consideró la posible relación entre la carga de visitantes y residuos sólidos ante los resultados de los parámetros de estudio como coliformes totales, coliformes fecales, granulometría y grasas y/o aceites.

### **6.1.2. Área de Estudio.**

El área de estudio comprendió cinco playas turísticas: Sabanilla, Miramar, Country, Salgar, y Pradomar ubicadas en el municipio de Puerto Colombia que se encuentra localizado en el Departamento del Atlántico, y hace parte del Área Metropolitana de la ciudad de Barranquilla, en las coordenadas geográficas 10° 59' 52'' de latitud norte, a 74° 50' 52'' de longitud este y a una altitud de 12 m.s.n.m. a una distancia de 15 kilómetros de Barranquilla, capital del departamento. Su extensión aproximada es de 93 km<sup>2</sup> y con una temperatura media de 27,8 °C.

**Figura 2.** Área de estudio de las playas de Sabanilla, Miramar, Country, Salgar, y Pradomar – Puerto Colombia, Departamento del Atlántico, Colombia. Modificado de Google Earth (2016).



## 6.2. Fase de Campo.

La investigación se realizó en la zona activa (arena) de las playas de Sabanilla, Miramar, Country, Salgar, y Pradomar; pertenecientes al municipio de Puerto Colombia, Atlántico. Para ello se ubicó una estación de muestreo en cada una de las playas anteriormente mencionadas, donde se realizaron los monitoreos en los meses de abril, junio, agosto, octubre, noviembre, diciembre del año 2014 y febrero del año 2015, dado a que en estos meses se presentan temporadas altas y bajas de visitantes y se otorgaron los permisos por la autoridad local. Los análisis se realizaron en el periodo comprendido entre los meses de noviembre del año 2015 hasta abril del 2016.

### 6.2.1. Localización de las estaciones de muestreo en las playas objeto de estudio.

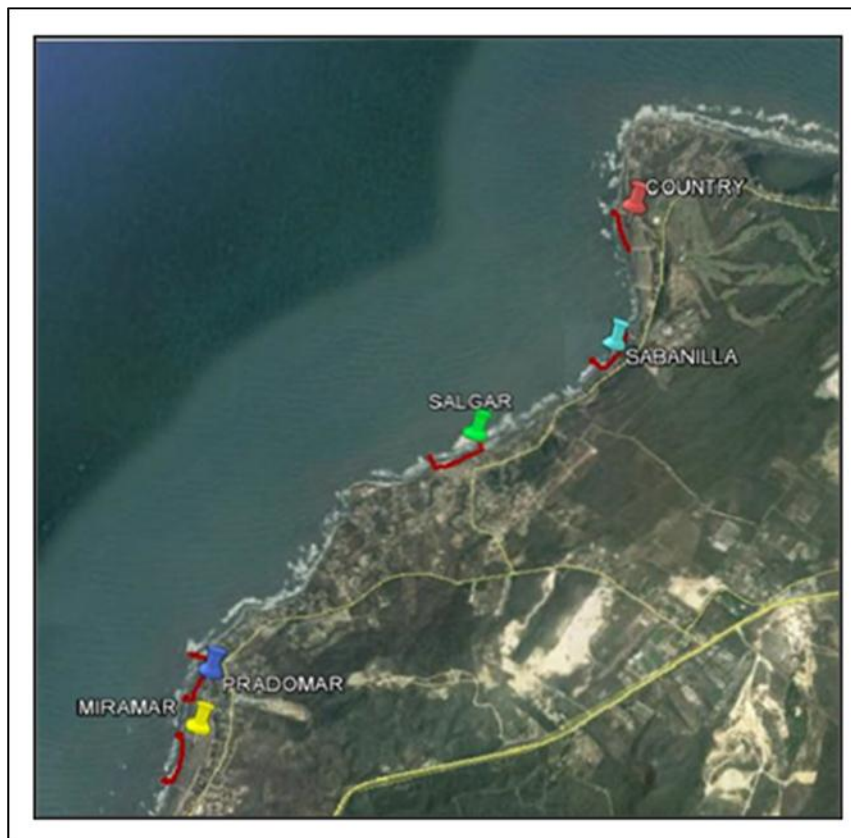
Considerando el tamaño de cada playa y la presencia de turistas para hacer valido el muestreo, se estipulo una estación de muestreo en las playas de Sabanilla, Miramar, Country, Salgar, y Pradomar para la recolección de muestras de arena. Las estaciones de recolección de las muestras fueron tomadas en diferentes coordenadas a lo largo de la línea costera de Puerto Colombia – Atlántico según lo mostrado en la Tabla 3 y Figura 4, y considerando las dos jornadas de muestreo se estipulo un horario en la mañana entre las 8:30 am – 11:45 am y para la tarde desde la 1:30 pm – 4:30 pm.

**Tabla 3.** Coordenadas de las estaciones o puntos de monitoreo en cada playa objeto de estudio.

Fuente: Propia.

Estación por playa	Coordenadas	
	WO	N
Sabanilla	74°55'24,7"	11°01'38,7"
Miramar	74°57'13,8"	11°00'00,6"
Country	74°55'19,1"	11°02'15,6"
Salgar	74°56'02,0"	11°01'15,2"
Pradomar	74°57'11,1"	11°00'14,6"

**Figura 3.** Ubicación geográfica de la estación de muestreo en cada playa de Puerto Colombia, Atlántico. Modificado de Google Earth (2016).



## **6.2.2. Técnicas de Recolección de Datos.**

### **6.2.2.1. Recolección de información.**

Para iniciar la investigación se hizo una búsqueda de carácter documental que permitió la recopilación de antecedentes a través de documentos físicos y/o magnéticos de estudios realizados anteriormente en esta área y/o zona circundante; además se revisó literatura de investigaciones anteriores o procedimientos empleados que se ajusten a las condiciones del lugar de muestreo.



#### **6.2.2.2. Procedimiento de monitoreo en la arena y agua de las playas.**

Para llevar a cabo la investigación, se realizaron siete (7) monitoreos durante un periodo no continuo de siete (7) meses, es decir se ejecutó la toma de muestras una vez al mes, siendo el domingo el día preferente dado al volumen de personas que acuden a las playas.

Para las muestras de arena, inicialmente se situó el punto de muestreo en la zona activa de la playa con la ayuda de un GPS, para la toma de la muestra se hizo necesario la utilización de una bolsa hermética, anteriormente marcada con la playa y hora del día, dado a que se realizó la recolección de dos muestras durante una campaña de monitoreo esto con el fin de determinar si hay variaciones significativas a tener en cuenta durante las horas de la mañana hasta la tarde. En cada uno de los puntos se realizó un agujero entre cero a diez centímetros (0 - 10 cm) de profundidad con ayuda de una paleta estéril, tomando una cantidad aproximada a un kilogramo (1 kg) suficiente para realizar los diferentes parámetros.

Cabe aclarar que los datos sobre la calidad del agua son obtenidos gracias al desarrollo de estudios de calidad en las playas del municipio de Puerto Colombia – Atlántico, que son llevados a cabo en el grupo de investigación Gestión y Sostenibilidad Ambiental – GESSA de la Universidad de la Costa.

#### **6.2.2.3. Procedimiento de monitoreo para residuos sólidos en la zona activa de la playa.**

Para registrar y cuantificar los residuos presentes en la arena de la playa, se hizo una adaptación del Protocolo para muestreos de residuos sólidos en las playas turísticas del caribe norte colombiano – adaptación del método Silva Iñiquez. (Universidad del Magdalena - Fundación Universitaria Tecnológico Comfenalco). Para la realización se tuvo

en cuenta el punto de muestreo establecido para los otros parámetros, además de ubicar las zonas límites de la playa de acuerdo a la norma NTS-TS-001- 2 Destino Turístico Playas. Posteriormente, se situó la franja de la zona activa, en las cuales se tomaron los datos. La franja tuvo una longitud de 50 metros y un ancho de 1 metro, ubicándose paralelamente a la línea de costa, esta longitud se midió desde el punto de referencia, 25 metros a cada lado, continuamente se realizó el conteo de residuos sólidos donde los datos indicaron la cantidad y tipo de residuos sólidos en la playa (madera, esponjas, vidrio, plástico, papel aluminio, metal, material orgánico, pañales, telas, colillas, icopor, escombros, papel y cartón).

De esta forma los residuos sólidos en la arena de la playa es un parámetro que registra la cantidad de residuos que se encuentran en el área al momento del conteo. Este parámetro no abarca la caracterización de los residuos debido a que en su determinación los elementos contados no son recogidos ni pesados. El tipo de material registrado en el conteo perfila este parámetro como una variable asociada a los hábitos del usuario de la playa. (Botero, Zielinski, & Pereira, Monitoreo de la Calidad Ambiental de las Playas El Rodadero y Playa Blanca, Santa Marta - Colombia, 2015).

#### **6.2.2.4. Procedimiento de monitoreo para el conteo de visitantes en las playas.**

La carga turística se basó en la implementación de la metodología propuesta por el Índice de Calidad de Playas Turísticas-ICAPTU, contando con dos zonas de acuerdo a la NTC-SC-001-2 destino turístico playa, que serían: zona de bañistas (permanencia segura dentro del mar) y la zona activa (franja de arena más próximo a la orilla del mar), para ello fue necesario la ubicación de la estación de monitoreo de cada playa con un GPS, y posterior a ello se trazó una línea de 25 m de ancho, por el largo perpendicular a la línea de costa, que varía de acuerdo a las condiciones oceanográficas y climáticas, razón por la cual en cada

jornada se medirá el largo seco y sumergido en cada una de las estaciones contempladas de cada playa. El conteo de usuarios se realizó en dos oportunidades por campaña de monitoreo, iniciando a las 8:30 a.m. y culminando a las 4:30 p.m. aproximadamente mientras se realiza el recorrido en las estaciones. (Botero Salterén, et al., 2013). Este parámetro representa el número máximo de turista que se encuentra en una determinada área de playa (Taborda, Botero , & Sanchez, 2015)

### **6.3.Fase de Laboratorio.**

#### **6.3.1. Técnicas de medición.**

Los análisis sanitarios y las dos variables físico-químico estudiadas se llevaron a cabo con las técnicas mencionadas en la tabla 4. Basadas en el standard Methods de la edición 19 de 1995.

**Tabla 4.** Técnicas de Medición de variables sanitarias y físico-químicas. Fuente: Propia

<b>Parámetro</b>	<b>Unidad</b>	<b>Técnica</b>
<b>Coliformes Fecales</b>	NMP/10g	Fermentación en tubos múltiples.
<b>Coliformes Totales</b>	NMP/10g	Fermentación en tubos múltiples.
<b>Grasas y/o Aceites</b>	mg/kg	Soxhlet.
<b>Granulometría</b>	%	Tamizado

##### **6.3.1.1. Variables Sanitarias.**

Las determinaciones se realizaron en el Laboratorio del Centro de Investigaciones Tecnológicas Ambientales – CITA de la Universidad de la Costa, determinando los indicadores de contaminación sanitaria que fueron: Coliformes fecales y Coliformes totales, a través del método Número Más Probable - NMP.

Inicialmente se tomó una muestra de 10 gramos de arena y se disolvió sobre 90 mL de agua estéril, se agito moderadamente por 5 minutos y se procedió a tomar 1 mL que se añadió a un tubo de ensayo con 9 mL de caldo brilla al 2%. Se repitió en serie el procedimiento de dilución hasta alcanzar la dilución  $10^{-3}$ , por lo que cada transferencia corresponde a una dilución de 1 en 10, y cada serie conto con 5 tubos; para la confirmación de *E. Coli* se usó el caldo de cultivo EC. Realizada la siembra de todos los tubos se procedió a incubar a 35°C por un tiempo de 48 horas y posterior a ello se realizó la lectura para determinar la presencia o ausencia (positiva o negativa) de los Coliformes Totales y Fecales, siendo positivo si había turbiedad y gas. Teniendo el número de tubos positivos se obtiene la población estimada de coliformes totales y fecales que se expresa en NMP/10gr por ser una muestra sólida, en este caso arena de playa.

#### **6.3.1.2.Granulometría.**

El análisis granulométrico por tamices se efectuó tomando una cantidad de 100 g de suelo, inicialmente se esparció la muestra sobre una bandeja de metal para ingresarla al horno a una temperatura de 110 °C durante 24 horas con el fin de evaporizar la humedad presente y que esta no representara un peso significativo. Estando la muestra seca y pulverizada, se dispone sobre los tamices: No. 30, No. 40, No. 50, No. 100, No. 200 y fondo, siendo ordenados de mayor a menor abertura teniendo en cuenta que la muestra tratada pertenecía a un tipo de suelo fino. La cantidad de suelo retenido en cada tamiz se determina y este se denomina el “porcentaje que pasa”. Al final se registra de las cantidades de arena en cada tamiz para determinar el tipo de suelo que prevalece en las diferentes playas.

### **6.3.1.3. Grasas y/o Aceites.**

Para este análisis se implementó una modificación del método soxhlet, basada en la técnica del Standard Methods edición 19. Se tomó una muestra de 20 gr de suelo y se envolvió en papel filtro, este es dispuesto dentro del soxhlet y con la ayuda del solvente (hexano) se dejó recircular durante 4 hora para extraer las grasas presentes en la muestra de suelo. Después el balón aforado se llevó al horno por 30 minutos para eliminar residuos de hexano o humedad, se pasó al desecador por aproximadamente 25 minutos, finalmente se realizó el pesaje del balón y mediante la ecuación número uno (1) se obtiene las grasas y aceites en unidad de mg/kg.

#### **Ecuación No. 1**

$$\text{Grasas o Aceites} = \frac{A - B \times 1000}{\text{Masa de la muestra (mg)}}$$

Donde:

A = peso del balón aforado con grasa (g)

B = peso del balón aforado sin grasa (g)

### **6.3.2. Análisis de Datos y Métodos Estadísticos.**

Los datos analizados fueron organizados en hojas de cálculo en Microsoft Excel 2016 por cada una de las playas objeto de estudio (Sabanilla, Miramar, Country, Salgar, y Pradomar) y por las fechas de monitoreo realizados en los meses de abril, junio, agosto, octubre, noviembre, diciembre del año 2014 y febrero del año 2015.

Para la interpretación de los resultados se elaboraron tablas y gráficas, de esta forma la caracterización de la arena de la playa se aprecia por medio de los valores consignados en

una tabla que indica el promedio, los valores máximos, mínimos y la desviación estándar de los parámetros de Grasas y Aceites, Coliformes Totales en Suelo, *Escherichia Coli* en Suelo, la Carga Turística en la Zona Activa para la jornada de la mañana y la tarde, esto con el fin de evidenciar si durante la campaña de monitoreo transcurre algún cambio significativo entre el transcurrir de las horas.

El comportamiento de los coliformes totales y coliformes fecales en la arena de las playas se simulo implementando gráficos de tendencias lineal, para ello se utilizó el valor que dio el promedio entre los datos de la mañana y la tarde por campaña de monitoreo de cada una de las playas objeto de estudio. Para el análisis del factor de correlación de Pearson se tuvo en cuenta los parámetros de coliformes fecales y coliformes totales tanto en agua y arena, el grado de correlación fue determinado con un número comprendido entre menos uno (-1) o uno (1) y este será el factor de correlación de Pearson. Los residuos se abordan de una manera global, es decir se tiene en cuenta es el tipo de residuo solido encontrado a lo largo de los siete (7) monitoreos por las cinco (5) playas del municipio de Puerto Colombia – Atlántico. Mientras que la distribución granulométrica se explica por medio de una tabla que detalla el tipo de suelo en porcentajes.

## **7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.**

### **7.1. Resultados y discusión de la Playa de Sabanilla.**

La información representada en la caracterización de la playa de Sabanilla (Ver Tabla 5) busca informar de manera general los comportamientos de los parámetros de estudio. Para la grasas y aceites el promedio de la mañana 0,92 mg/kg y la tarde 1,20 mg/kg no difieren mucho uno del otro, pero considerando estas cantidades, son mínimas en comparación de los valores máximos de 5,23 mg/kg en la mañana y 7,10 mg/kg para la tarde, estos últimos demuestran un cambio significativo a lo largo de la jornada de más de 2 mg/kg, infiriendo que este contaminante es inducido por restos de alimentos, transporte marítimo o terrestre cerca de la zona activa o el uso de bloqueadores y bronceadores solares por parte de los visitantes. Haciendo una comparación con otros resultados en playas de la Región Caribe (Bahía Concha, Cabo de la Vela, Riohacha, Rodadero y Taganga) se encontró establecido un límite de 0,5 mg/L para grasas y aceite en arena, el cual no es sobrepasado, y se obtienen cantidades mínimas que no llegan ni a 0,00015 mg/L (Botero Saltarén, Hurtado Garcia, Gonzales Porto, Ojeda Manjarrez, & Diaz Rocca, 2008). Teniendo en cuenta lo anterior se comparan los dos resultados en unidades de ppm, considerando que, (1ppm=1 mg/kg; 1mg/kg=1ppm) y (1ppm=1 mg/L; 1mg/L=1ppm); destacando así que la cantidad de grasas y aceites se sobrepasa en esta playa del atlántico, hecho que se evidencia en los datos de los promedios y máximos para ambas jornadas, (*Ver Anexos 1,1 y 1,2*) pero cabe destacar que durante los otros monitoreos sí se cumple este límite establecido.

Los valores de desviación estándar en la mañana fueron de concentraciones muy diferentes entre sí y presentaron los valores más altos, mientras que los de la tarde a lo largo de los

siete monitoreos fueron más cercanos o semejantes, por lo que es importante recordar que no hubo continuidad mensual en los monitoreos.

Los coliformes Totales tienen un promedio para la mañana de 380,94 NMP/10g y en la tarde de 7,17 NMP/10g, siendo muy alto el valor de la mañana, teniendo en cuenta esto, se podría insinuar que las condiciones naturales del ecosistema playero indujeran una mortalidad parcial y por ello decae la cantidad de los microorganismos. Para los máximos y mínimos se corrobora lo anteriormente escrito, pues se tiene para la mañana un máximo de 2400 NMP/10g mientras que el máximo en la tarde es de 17 NMP/10g y en ambas jornadas el mínimo es de 1,8 NMP/10g. La desviación estándar refleja lo heterogéneo que son los resultados entre la mañana y en la tarde, además de que la desviación estándar en la mañana 892,51 ratifica una versatilidad entre los resultados obtenidos a lo largo de los siete monitoreos, por lo que se puede inferir que la dispersión de los datos en general es el reflejo de las variables condiciones climáticas presentes en la zona de estudio.

La *Escherichia Coli* también presentó cantidades altas para la mañana en comparación de la tarde, registrando un promedio de 202,26 NMP/10g y un máximo de 1200 NMP/10g. Teniendo en cuenta el valor ( $\leq 100$  NMP/10g para el parámetro de Coliformes Fecales) establecido en la NTS-TS-001-2 destino turístico playas, los resultados exceden el límite permisible. La carga turística en la zona activa evidencia que en las horas de la tarde es cuando más acuden o están presentes las personas en la playa, constándose en el promedio para la tarde de 33 personas y en la mañana de 17; mientras que el máximo en la tarde fue de 69 con mínimo de dos (2) personas, en la jornada de la mañana el máximo llegó a 46 con un mínimo de cero (0) personas.



Comparando la desviación estándar entre mañana y tarde, estas no muestran una diferencia significativa, sin embargo, estas representan que, si hay versatilidad en los datos recopilados, siendo aún mayor para la tarde, por lo que corresponde a los valores altos registrados en la zona activa de la playa. Y finalmente la distribución granulométrica de la playa de sabanilla predominó con más de un 97% de arena (*Ver Anexo 1.4.*) durante toda la campaña de monitoreo.

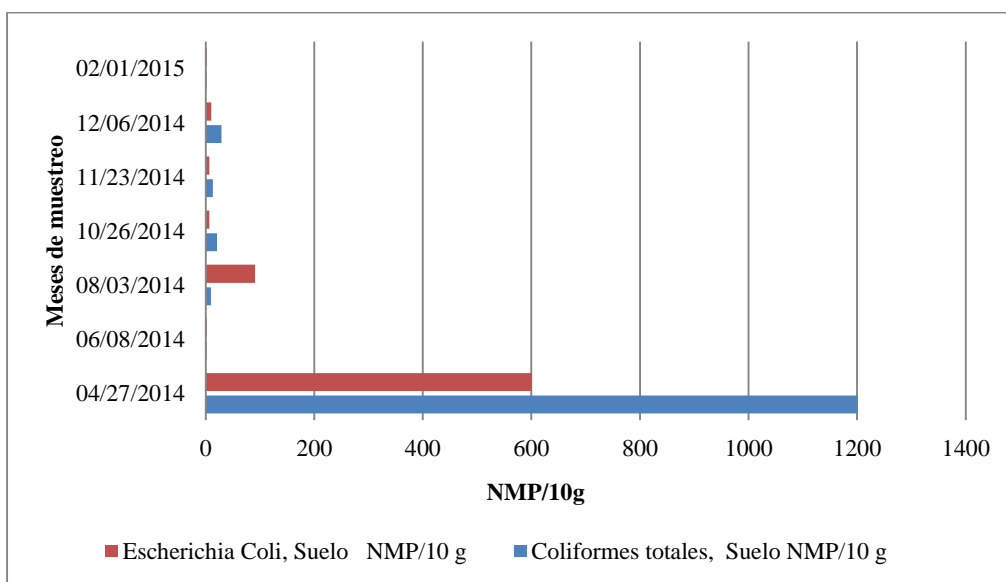
**Tabla 5.** Caracterización de la arena de la playa de Sabanilla.

Parámetro	Promedio		Mañana		Tarde		Desviación estándar	
	Mañana	Tarde	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Mañana	Tarde
<b>Grasas y aceites</b> mg/kg	0,92	1,20	5,23	0,06	7,10	0,085	1,90	2,60
<b>C. Totales Suelo</b> NMP/10g	380,94	7,17	2400	1,8	17	1,8	892,51	6,86
<b>E. coli Suelo</b> NMP/10g	202,26	3,16	1200	1,8	6,8	1,8	444,68	1,94
<b>Carga Turística</b> m <sup>2</sup> /visitante	17,71	33,43	46	0	69	2	17,35	19,77

En cuanto al comportamiento de los coliformes totales y coliformes fecales en la arena, (Ver Gráfico 1). Se observa que mediante los resultados obtenidos durante los siete (7) meses de muestreo para la playa de Sabanilla el comportamiento en el mes de abril da un pico de coliformes totales que llega a 1200 NMP/10g como para los *E. Coli* que alcanza los 600 NMP/10g, pero para los meses siguientes al muestreo los valores de Coliformes Totales y *E. Coli* varían siendo en el mes de junio unos de los valores más bajo con 1,8 NMP/10g y para el mes de agosto los valores de *E. Coli* alcanzan valores que llegan a los 100 NMP/10g, teniendo en cuenta la carga turística para el mes de abril este fue de 115

m<sup>2</sup>/visitante en la zona activa (*Ver Anexo 1.2.*) La observación hecha por Pérez Guzzi et al. (2006) en Mar del Plata, donde la contaminación microbiana de origen fecal se elevó en forma significativa en verano, determino que posiblemente se debió al aumento notable de los usuarios y de la población que habita en las cercanías de la playa. (Vergaray G. , Mendez, Morante, Heredia, & Béjar, 2007). De igual manera en un estudio realizado en las playas de santa marta se determinó que, la alta carga de turistas tiene un impacto relevante sobre la calidad de su agua costera (Payares ardila & Ospino Cursio, 2010).

**Gráfico 1.** Comportamiento de Coliformes Totales y Coliformes Fecales en la arena de la playa de Sabanilla.



El factor de correlación en los parámetros sanitarios en la playa de Sabanilla (ver tabla 6) no reflejan algún tipo de conexión entre los parámetros de agua y suelo, pero sin embargo los coliformes totales y escherichia coli ambas en suelo tienen un factor de correlación de 0,989. Lo cual es preocupante considerando las características de los organismos

coliformes, además de que *E. Coli* tiene su origen de heces fecales, por tanto, se puede señalar una contaminación fecal en el suelo.

“Fewtrell y Bartram (2001) plantearon que la abundancia de *E. coli* estaba más asociada al riesgo sanitario, por tanto, si tenemos en cuenta que esta bacteria se encuentra en grandes cantidades en las heces de animales de sangre caliente y el hombre *E. coli* sería más representativa de la contaminación fecal que los coliformes fecales. Numerosos autores plantean que, en los trópicos, las condiciones ambientales de altas temperaturas y altos niveles de nutrientes en los ecosistemas acuáticos, favorecen la proliferación de *E. coli*. Por ejemplo, en aguas de Hawaii (Fujioka y Shizumura, 1983), Puerto Rico (Hazen y Toranzos, 1990; Toranzos y McFeters, 1997) y Sierra Leona (Wright, 1982), se han encontrado altas concentraciones de *E. coli*, en ausencia de fuentes fecales conocidas.” (Larrea, et al., 2009). (Ver Anexo 7.2).

**Tabla 6.** Factor de correlación de Pearson de los parámetros sanitarios de la playa de Sabanilla.

	C. Totales, Agua	E. Coli, Agua	C. Totales, Suelo	E. Coli, Suelo
<b>C. Totales, Agua</b>	1			
<b>E. Coli, Agua</b>	0,208574918	1		
<b>C. Totales, Suelo</b>	-0,338080313	-0,300913123	1	
<b>E. Coli, Suelo</b>	-0,3871703	-0,346702061	0,989202688	1

## **7.2. Resultados y discusión de la Playa de Miramar.**

Los resultados obtenidos de los análisis de la playa Miramar (ver Tabla 7.) durante los meses de monitoreo muestra que los promedios de grasas y aceites tanto de la mañana como de la tarde están por encima de los 2 mg/kg, para los coliformes Totales en la jornada de la tarde llega a un valor de 565,23 NMP/10g y para *E. Coli* a 292,66 NMP/10g, si se observa el promedio de la carga turística en la zona activa con respecto a los coliformes totales y *E. Coli* de la arena se podría decir que tiene una relación con los resultados obtenidos, Fujioka (1999) sostienen que *E. coli* puede persistir por largos periodos de tiempo en agua y suelos tropicales y subtropicales. (Vergaray, Mendez, Morante, Heredia, & Bejar, enterococcus y escherichia coli como indicadores de contaminacion fecales en playas costeras de Lima, 2007).

En los máximos y mínimos de los resultados obtenidos en las playas en cuanto a coliformes totales se observa un máximo para la mañana de 560, mientras el máximo para la jornada de la tarde dio 2100 NMP/10g (*Ver Anexos 2.1 y 2.2.*), esto quiere decir que durante los siete meses de muestreo se obtuvo muestras con altos índices de contaminación en las playas en cuanto a Coliformes totales, sobrepasando el límite permisible establecidos en la NTS-001-2 Norma técnica Sectorial Destino Turístico de Playas.

Los resultados para la desviación estándar muestran que, para el caso de grasas y aceites y zona activa, los valores no son tan lejanos para causar una desviación significativa, pero en el caso de los coliformes totales y *E. Coli* encontramos valores altos, para el caso de la mañana hay una diferencia acentuada entre los valores que se obtuvieron en los siete meses de monitoreo (*Ver Anexos 2.1 y 2.2.*) Pero el más significativo son los valores que arrojan los resultados en la tarde puesto se obtuvo una desviación estándar de 919,42 para

coliformes totales mientras que para coliformes fecales se obtuvo valores de 508,98 en menor proporción, esto debido a que los monitoreos se realizaron en diferentes condiciones y temporadas climáticas lo que acentúa aún más la desviación estándar de los parámetros. Los valores de granulometría para esta playa mostraron que es un 98,10% arena (*Ver Anexo 2.4.*).

**Tabla 7.** Caracterización de la arena de la playa de Miramar.

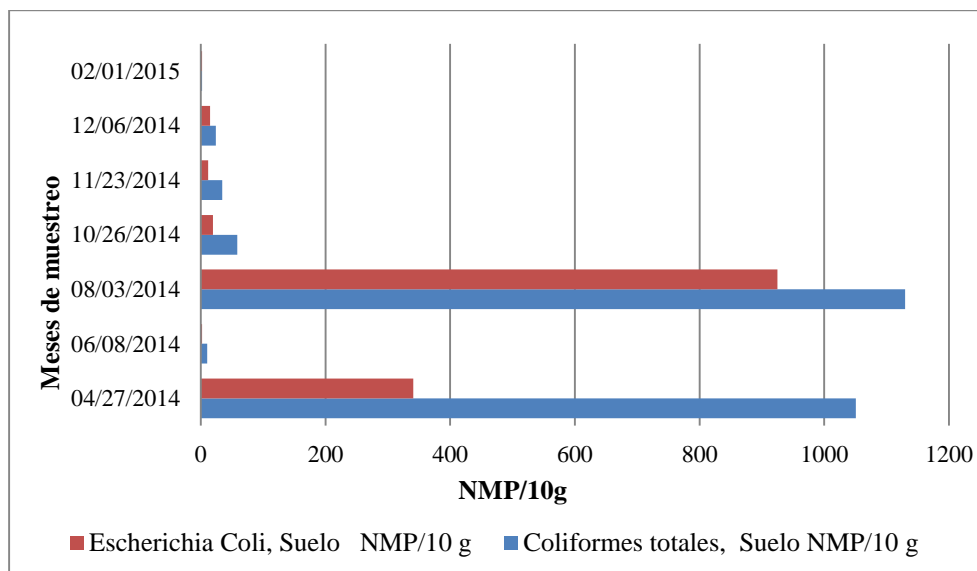
Parámetro	Promedio		Mañana		Tarde		Desviación estándar	
	Mañana	Tarde	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Mañana	Tarde
<b>Grasas y aceites</b> mg/kg	2,88	2,10	9,26	0,1	7,06	0,155	3,99	3,21
<b>C. Totales Suelo</b> NMP/10g	94,53	565,23	560	1,8	2100	1,8	205,86	919,42
<b>E. coli Suelo</b> NMP/10g	83,16	292,66	550	1,8	1300	1,8	205,91	508,98
<b>Carga Turística</b> m <sup>2</sup> /visitante	6,43	28,29	15	0	39	0	4,89	14,08

El comportamiento entre los coliformes totales y fecales en la Playa de Miramar es similar, a excepción de dos fechas (Ver Gráfico 2). Los resultados del 27 de abril del 2014 muestran que los coliformes totales alcanzaron un pico mayor de 1000 NMP/10g mientras que *E. Coli* se encontró en aproximadamente 340 NMP/10g, igualmente para el 3 de agosto del 2014 los C. Totales superaron en número a los *E. Coli* respectivamente 1130 NMP/10g y 925 NMP/10g. Entre ambas campañas hay tres meses de diferencia, pero se realizó un monitoreo para la fecha del 8 de junio del 2014 en el que se evidencio una disminución casi total de ambos organismos. Para los meses de octubre, noviembre, diciembre del 2014 y

febrero del 2015 se mantuvo un comportamiento constante que no supero para los C. Totales los 60 NMP/10g mientras que para *E. Coli* fue de 20 NMP/10g.

Teniendo en cuentas la información sobre las condiciones climáticas por parte del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM junio del 2014 fue el mes más seco dentro del registro histórico de los últimos 25 años en varias estaciones de la región caribe. Y considerando las temporadas climáticas, los meses de octubre y noviembre se ubican en la segunda temporada de lluvias que estuvo cercana a lo normal o promedio climatológico, mientras que diciembre y febrero se sitúan en la temporada seca. (IDEAM & MinAmbiente , 2014).

**Gráfico 2.** Comportamiento de Coliformes Totales y Coliformes Fecales en la arena de la playa de Miramar.



Los resultados en la playa de Miramar (Ver tabla 8) indican que entre el *E. Coli* del agua y los coliformes totales en agua se da un factor de correlación de 0,9809 lo que indica una fuerte correlación, de igual manera para los coliformes totales del agua y coliformes totales

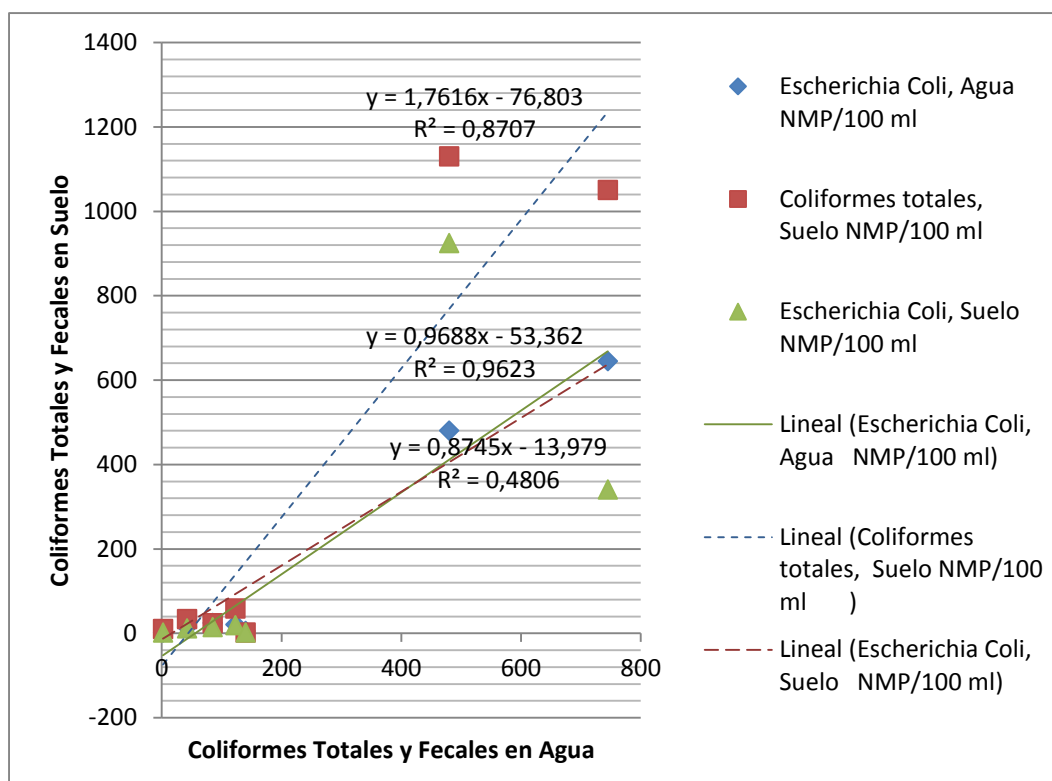
del suelo con un factor de correlación de 0,9332, para *E. Coli* de agua con los coliformes totales del suelo existe un factor de correlación de 0,9757.

En menor rango existe un factor correlación entre los coliformes totales en agua y el *E. Coli* de suelo con 0,6932; *E. Coli* en agua con *E. Coli* en suelo con 0,7762; *E. Coli* en agua con *E. Coli* en suelo con un factor de correlación de 0,77 y además en el mismo medio de suelo entre los coliformes totales con *E. Coli* con un factor de correlación de 0,8949 al observar los resultados se puede determinar que la relación entre los estudios realizados en agua y los estudios realizados en la arena es fuerte, por lo que se podría entrar a estudiar los contaminantes que hacen que los coliformes totales y *E. Coli* tanto en agua como en suelo de un alto valor.

**Tabla 8.** Factor de Correlación de Pearson de los parámetros sanitarios de la playa de Miramar.

	C. Totales, Agua	E. Coli, Agua	C. Totales, Suelo	E. Coli, Suelo
<b>C. Totales, Agua</b>	1			
<b>E. Coli, Agua</b>	0,980965931	1		
<b>C. Totales, Suelo</b>	0,933120247	0,975638797	1	
<b>E. Coli, Suelo</b>	0,693263108	0,776153002	0,894853002	1

**Gráfico 3.** Representación del factor de correlación de la playa de Miramar.





### **7.3. Resultados y discusión de la Playa del Country.**

En la caracterización de la arena de la playa del Country (Ver Tabla 9), para las grasas y aceites se observan los valores promedio para la mañana de 1,97mg/kg y de la tarde 2,23 mg/kg, los máximos de la mañana y la tarde son respectivamente 10,345 mg/kg y 8,335 mg/kg, siendo estos máximos el primer y tercer valor más alto presente de grasas y aceites en comparación con los resultados de las otras playas objeto de estudio. También recalca el exceso de este contaminante en la arena en comparación del límite establecido y de los resultados del estudio en otras playas de la región caribe (Ver ítem 7.1) de 0,5 mg/L.

La desviación estándar expresa que se dieron diversidad en los resultados y teniendo en cuenta el anuario climatológico del año 2014 del IDEAM, se pudo comprobar la variabilidad de las condiciones climáticas las cuales pudieron influir en los resultados, en abril el seguimiento diario muestra que prácticamente no hubo lluvias, mientras que en agosto por el paso del ciclón tropical Cristóbal hubo una activación de las lluvias (IDEAM & MinAmbiente , 2014).

Los parámetros sanitarios, en sus valores de promedio, máximos y mínimos de la mañana muestran una inferioridad ante la presencia de estos organismos, apreciando que para los promedios de la tarde en comparación de la mañana presentan un alza, pero aun así se mantiene muy por debajo, ya para los máximos y mínimos de C. Totales y *E. Coli* para la tarde a parte de dar un resultado idéntico, es el único valor alto que se presenta 240 NMP/10g a lo largo de los siete meses de muestreo.

La desviación estándar evidencia los desproporcionales que son los resultados, especialmente para la tarde, para esto pudo contribuir la no periodicidad de los monitoreos e inclusive la inexactitud horaria en la toma de la muestra. La carga turística en la zona activa dio un promedio para ambas jornadas entre 29 y 31 personas, pero en los máximos la mañana se alzó con 63 personas mientras que la tarde presento 43 personas. Y la distribución granulométrica para la playa del country fue de un 96% constituido de arena (Ver Anexo 3.4.).

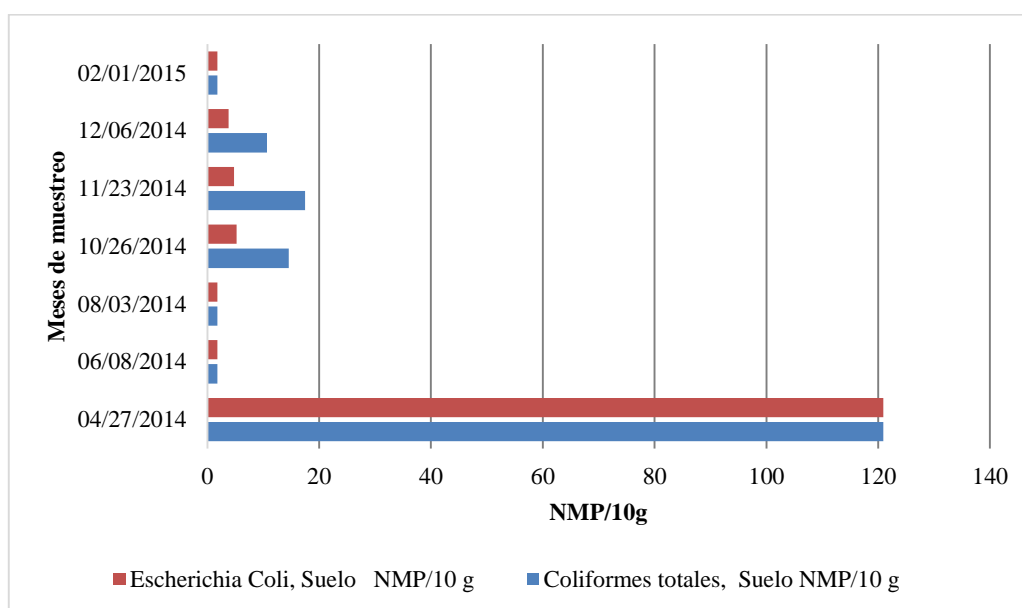
**Tabla 9.** Caracterización de la arena de la playa de Country.

Parámetro	Promedio		Mañana		Tarde		Desviación estándar	
	Mañana	Tarde	Máx.	Min.	Máx.	Mín.	Mañana	Tarde
<b>Grasas y aceites</b> mg/kg	1,97	2,23	10,345	0,06	8,335	0,1	3,78	3,45
<b>C. Totales Suelo</b> NMP/10g	5,47	42,81	13	1,8	240	1,8	4,80	87,48
<b>E. coli Suelo</b> NMP/10g	2,91	37,11	5,6	1,8	240	1,8	1,52	89,49
<b>Carga Turística</b> m <sup>2</sup> /visitante	30,71	29,43	62	4	43	9	24,26	13,09

Los análisis de comportamiento de coliformes totales y *E. Coli* para la playa de country (Ver Gráfico 4.) muestra una conducta inestable durante los siete meses de muestreo, el primer muestreo que se realizó en el mes de abril muestra que los valores estuvieron en 120 NMP/10g siendo el valor más alto tanto para coliformes totales como para coliformes fecales, en este punto el comportamiento de ambos parámetros fue parecido, pero a partir del mes de agosto del 2014 los valores aumentan pero estos no sobre pasan los 20 NMP/10g esto en cuanto a coliformes totales, los *E. Coli* se mantienen por debajo de los

10 NMP/10g (Ver Anexos 3.1 y 3.2) aunque en los meses de agosto y septiembre del 2014 los valores fueron parecidos por lo que se observa casi la misma conducta, aunque la tendencia del comportamiento varía en cada mes y no hay una continuidad, esto se puede evaluar con respecto a la cantidad de visitantes (Ver Anexos 3.1 y 3.2) durante los meses de muestreo y teniendo en cuenta las diferentes temporadas en las que se realizaron.

**Gráfico 4.** Comportamiento de Coliformes Totales y Coliformes Fecales en la arena de la playa de Country.



Los parámetros sanitarios en la playa del Country (Ver Tabla 10) indican que entre los Coliformes Totales en suelo y *E. Coli* en suelo se da un factor de correlación de Pearson es de 0,992. Para las demás variables sanitarias no se da un número que se aproxime a -1 o +1 que indique la existencia de algún tipo de asociación entre los organismos presentes en los medios del agua y el suelo.

Esto se puede atribuir a que los microorganismos de coliformes totales y coliformes fecales son bacterias del tracto intestinal y que la velocidad de mortalidad depende de la temperatura del agua, los efectos de la luz solar, las poblaciones de otras bacterias

presentes, y la composición química del agua. La presencia de coliformes en el agua indica la contaminación bacteriana reciente y constituye un indicador de degradación de los cuerpos de agua. (Avila de Navia, Arcos Pulido, Estupiñan Torres, & Gomez Prieto, 2005).

**Tabla 10.** Factor de Correlación de Pearson de los parámetros sanitarios de la playa de Country.

	<b>C. Totales, Agua</b>	<b>E. Coli, Agua</b>	<b>C. Totales, Suelo</b>	<b>E. Coli, Suelo</b>
<b>C. Totales, Agua</b>	1			
<b>E. Coli, Agua</b>	-0,140477192	1		
<b>C. Totales, Suelo</b>	-0,082052242	-0,241024637	1	
<b>E. Coli, Suelo</b>	-0,163553863	-0,193392535	0,992810368	1

#### **7.4. Resultados y discusión de la Playa de Salgar.**

Para la caracterización de la arena de la playa de salgar (Ver Tabla 11.), se obtuvo que los valores promedios de grasas y aceites se mantienen entre el límite permisible, es necesario aclarar que no se han establecido referencias claras de los valores que establece la norma para parámetros como Grasas y Aceites, en estos casos se toman en cuenta los límites menos restrictivos o referencias más clara (Botero & Pereira, Programa de Monitoreo de Calidad Ambiental en Playas Turísticas , 2015), no se alejan mucho los resultados de la mañana y de la tarde, para los coliformes totales y *E. Coli* los valores no difieren mucho de la mañana y la tarde aunque los promedios en la jornada de la mañana estén en 498 NMP/10g y solo aumento 15 NMP/10g son valores altos al igual para *E. Coli* con valores en la jornada de la mañana de 195,84 NMP/10g y para la jornada de la tarde de 207,09 NMP/10g; en los dos parámetros hubo una acentuación mínima pero los valores obtenidos demuestran que existe una contaminación.

Observando el comportamiento de máximo y mínimo con respecto a los coliformes totales se obtienen valores de 2400 NMP/10g tanto para la mañana como para la tarde, mientras para *E. coli* el máximo de la mañana llega a 1100 NMP/10g y disminuye en la tarde, el mínimo de estos dos parámetros se mantiene en 1,8 NMP/10g.

La desviación estándar muestra cuán diversos son los resultados durante los siete meses de muestreos en la playa de Salgar, aunque no hay mucha diferencia entre la mañana y la tarde los resultados que se obtienen individualmente, permiten contemplar que durante los meses de monitoreo se vio una diversidad de resultados que no fueron constantes, esto debido a las diferentes condiciones que se presentaron durante los meses de monitoreo. La carga turística en la zona activa muestra que en un promedio de 35 a 74 personas estuvieron en

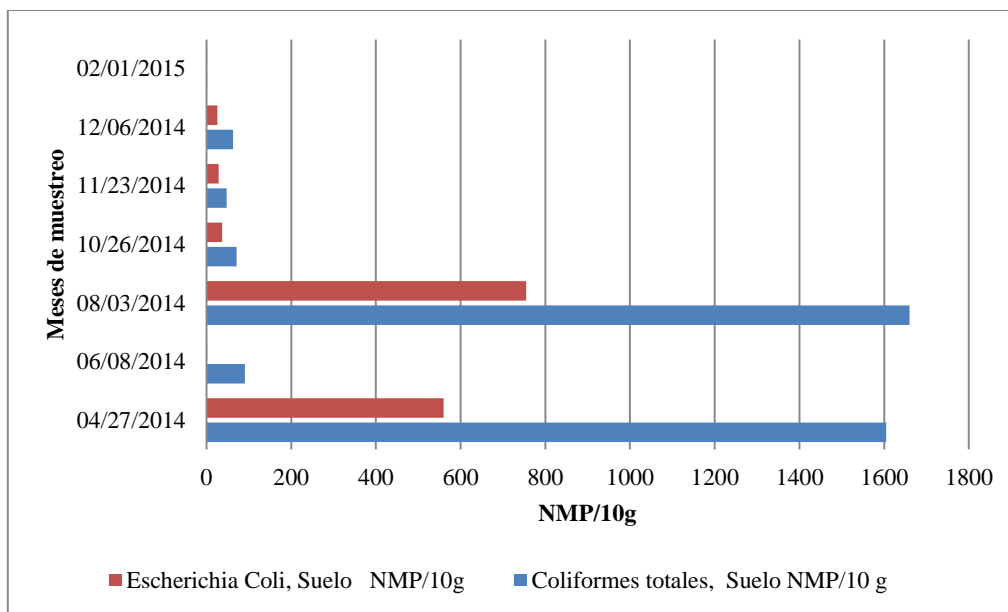
los días de monitoreo. La granulométrica para la playa Salgar fue 97,5% para arena (*Ver Anexo 4.4.*).

**Tabla 11.** Caracterización de la arena de la playa de Salgar.

Parámetro	Promedio		Mañana		Tarde		Desviación estándar	
	Mañana	Tarde	Máy.	Mín.	Máy.	Mín.	Mañana	Tarde
<b>Grasas y aceites</b> mg/kg	1,013	2,00	4,41	0,045	6,785	0,06	1,59	3,08
<b>C. Totales Suelo</b> NMP/10g	498,00	513,23	2400	2	2400	1,8	886,54	893,32
<b>E. coli Suelo</b> NMP/10g	195,84	207,09	1110	1,8	920	1,8	409,26	344,55
<b>Carga Turística</b> m <sup>2</sup> /visitante	32,86	73,00	75	4	111	12	24,99	34,23

Salgar presenta un comportamiento en el que se evidencia una presencia considerable de Coliformes Totales y *E. Coli* en el suelo, puesto que en la fecha del 27 de abril del 2014 registró respectivamente 1605 NMP/10g y 560 NMP/10g para toda la jornada, mientras que en el mes de Junio los C. Totales alcanzaron 90 NMP/10g. Para el 3 de agosto del 2014 se presenta el punto máximo durante la fase de monitoreos para la playa de Salgar correspondiendo para C. Totales 1660 NMP/10g mientras que *E. Coli* arrojó 755 NMP/10g, estas alzas se pueden relacionar con la carga turística presentada para las fechas (*Ver Anexos 4.1 y 4.2.*). Los meses de octubre, noviembre y diciembre del 2014 y febrero del 2015 oscilaron entre 20-70 NMP/10g, sobresaliendo que los C. Totales se encuentran en mayor abundancia en comparación de *E. Coli*.

**Gráfico 5.** Comportamiento de Coliformes Totales y Coliformes Fecales en la arena de la playa de Salgar.



El factor de correlación de los parámetros de la playa de salgar (Ver Tabla 12) muestran que entre los coliformes totales del agua y *E. Coli* del agua existe una fuerte relación al obtener un coeficiente de 0,788, y que la relación que existe entre los Coliformes Totales en suelo y *E. Coli* del suelo se obtuvo un valor de 0,986 indicando que existe una fuerte correlación entre estos dos parámetros. Los demás resultados son alejados del -1 o +1.

Se puede decir, que, a través del factor de correlación en la playa de salgar, la relación de los coliformes totales y *E. Coli* en agua y los Coliformes Totales y *E. Coli* en Suelo tienen una relación débil, lo que se podría tener en cuenta para estudios que se realicen en estas playas y mirar los diferentes puntos de contaminación de esta playa y sus elevados valores.

**Tabla 12.** Factor de Correlación de Pearson los parámetros sanitarios de la playa de Salgar.

	<b>C. Totales, Agua</b>	<b>E. Coli, Agua</b>	<b>C. Totales, Suelo</b>	<b>E. Coli, Suelo</b>
<b>C. Totales, Agua</b>	1			
<b>E. Coli, Agua</b>	0,788314397	1		
<b>C. Totales, Suelo</b>	-0,270377921	-0,040505788	1	
<b>E. Coli, Suelo</b>	-0,13228428	0,106823893	0,986417674	1



### 7.5.Resultados y discusión de la Playa de Pradomar.

La caracterización de la playa de Pradomar indica que para las jornadas de mañana y tarde los resultados no están separados por un rango amplio (Ver tabla 13), esto induce que el factor contaminante se mantuvo prevaleciente en la playa. Cabe resaltar que para la carga turística de la zona activa la jornada de la tarde estuvo más concurrida en comparación de la mañana, puesto que en el promedio fue de 34 personas en la mañana y en la tarde de 94 personas, mientras que los máximos fueron de 73 y 170 personas este último de la tarde.

Los C. Totales tuvieron un máximo en la mañana de 780 NMP/10g y en la tarde 810 NMP/10g fue un ligero aumento de 30 NMP/10g, por lo que estos resultados se consideran altos para ambos momentos del día. Para *E. Coli* el promedio de la mañana 88,87 NMP/10g está muy cerca del límite establecido en la NTS-TS-001-2 destino turístico playas de 100 NMP/10g, para Coliformes Fecales el comportamiento de la mañana a la tarde en los máximos y mínimos es igual en orden 400 NMP/10g y 1,8 NMP/10g. La distribución granulométrica para la playa de Pradomar predominó en un 98% que está compuesta por arena (Ver Anexo 5.4.).

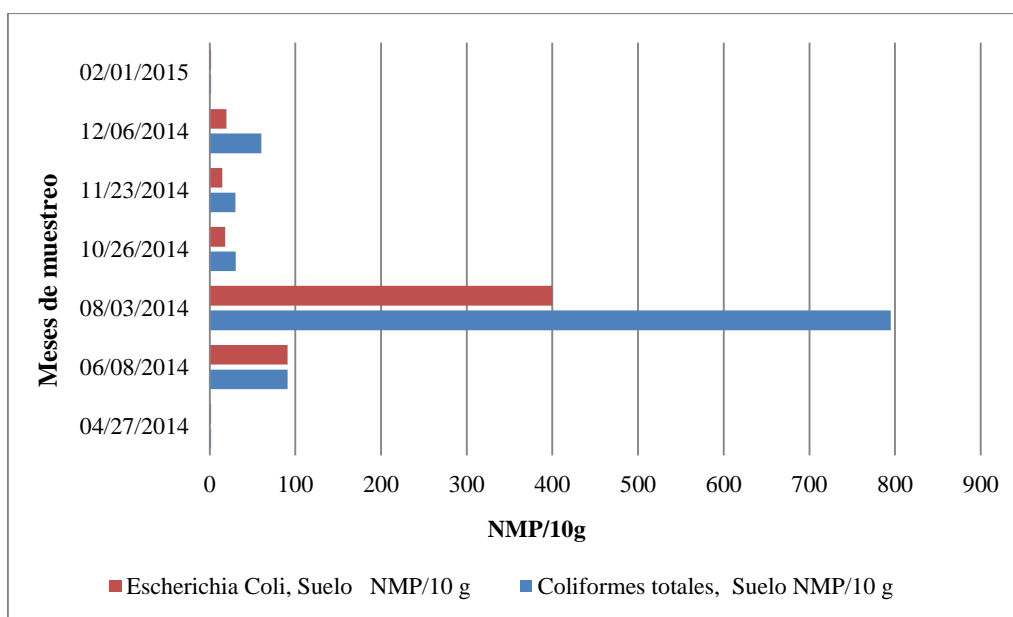
**Tabla 13.** Caracterización de la arena de la playa de Pradomar.

Parámetro	Promedio		Mañana		Tarde		Desviación estándar	
	Mañana	Tarde	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Mañana	Tarde
<b>Grasas y aceites</b> mg/kg	1,93	2,18	7,04	0,03	7,265	0,085	2,84	3,39
<b>C. Totales Suelo</b> NMP/10g	147,66	141,06	780	1,8	810	1,8	285,73	296,85
<b>E. coli Suelo</b> NMP/10g	88,87	67,34	400	1,8	400	1,8	151,53	147,06
<b>Carga Turística</b> m <sup>2</sup> /visitante	34,71	94,00	73	7	170	25	21,15	47,98

En el gráfico 6 se presenta las comparaciones en cuanto a comportamiento de los coliformes totales y coliformes fecales en las arenas de la playa de Pradomar, de los siete meses de muestreos que se realizaron.

En la playa de Pradomar se presenta un comportamiento inestable en cuanto a los coliformes totales y *E. Coli*, en el mes de abril los valores tanto de coliformes Totales y *E. Coli* no pasan de los 10 NMP/ 10g pero al segundo mes de monitoreo los valores aumentaron, aunque este no paso de los 100 NMP/10g, sin embargo, en el mes de agosto (tercer mes de monitoreo) sobresale un valor atípico que alcanza para coliformes totales 800 NMP/10g y para *E. Coli* de 400 NMP/10g esto se podría relacionar con la cantidad de personas que se encontraban en el monitoreo (ver *anexo 5.1* y *5.2*), después de esta alza los parámetros toman un descenso por debajo de 100 NMP/10g hasta el último mes de monitoreo.

**Gráfico 6.** Comportamiento de Coliformes Totales y Coliformes Fecales en la arena de la playa de Pradomar.



En el factor de correlación de los parámetros en la playa de Pradomar (Ver Tabla 14) sobresalen dos valores, C. Totales en agua con *E. Coli* en agua, estos presentan un factor de correlación de 0,96, mientras que estos parámetros, pero en suelo, tiene un factor de correlación de 0,99. Las demás variables presentan un leve vínculo, pero no llega a ser tan fuerte por lo cual no se considera la existencia de una correlación entre estos.

**Tabla 14.** Factor de Correlación de Pearson los parámetros sanitarios de la playa de Pradomar.

	C. Totales, Agua	E. Coli, Agua	C. Totales, Suelo	E. Coli, Suelo
<b>C. Totales, Agua</b>	1			
<b>E. Coli, Agua</b>	0,961830507	1		
<b>C. Totales, Suelo</b>	0,526989169	0,485951267	1	
<b>E. Coli, Suelo</b>	0,520205526	0,511480472	0,992260374	1

## **7.6. Resultados y discusión de los Residuos Sólidos en las playas de Sabanilla, Miramar, Country, Salgar y Pradomar.**

En los siete meses que se realizó el muestreo de las diferentes playas de Puerto Colombia, (Sabanilla, Miramar, Country, Salgar y Pradomar) se hizo un registro de Residuos sólidos que se hallaban en la zona activa de las playas (*Ver Anexo 6*), teniendo en cuenta que la muestra es tomada en una franja de 50 metros de longitud y un metro de ancho; los materiales que se encontraron en mayor medida fueron, la madera con 614 unidades, es decir un 39%, esto posiblemente se debe a dos causas, una, que los comerciantes de estas playas lleven madera para la construcción de sus locales dejando este material en cualquier zona de la playa, y la segunda que lleva años, es el arrastre de madera por acción del Río Magdalena y que con ayuda de las corrientes oceánicas ha sido un foco de contaminación, puesto que los troncos en su mayoría vienen del mar para acentuarse a las orillas de las playas, seguidamente los plásticos cuentan con 470 unidades, es decir el 30%, este tiene su origen de las personas que visitan las playas del municipio de Puerto Colombia ya que no disponen de forma adecuada de los recipientes siendo muy fácil encontrar bolsas, botellas, vasos, cubiertos, platos, empaques, entre otros. Los metales se ubican en tercer lugar con 182 unidades, es decir un 12%, siendo por lo general recipientes de bebidas o para conservar alimentos.

El material orgánico tiene un total de 100 unidades, lo que equivale a un 6%, este se genera por los alimentos consumidos que muchas veces por acción de la fuerte brisa caen al suelo o en su defecto las sobras son tiradas por parte de las personas; los escombros alcanzaron 61 unidades y reflejan un 4% de los residuos, el cual considerando este ecosistema es alto, pues no es un lugar que debería generar este tipo de material, ni el indicado para dejarlos.

Las colillas de cigarrillo con una sumatoria de 43 unidades, representadas el 3%, este residuo sólido va ligado a los hábitos de los visitantes, y al ser de un tamaño tan minúsculo puede permanecer un mayor tiempo en la playa, estos residuos sólidos se constituyen como los de mayor cantidad, mientras que en los de menor medida, pero no menos importante se encontraron, 2 unidades tanto en telas y pañales o como las esponjas y papel aluminio con 4 unidades, siendo esta la única presencia a lo largo de los siete monitoreos en las 5 playas.

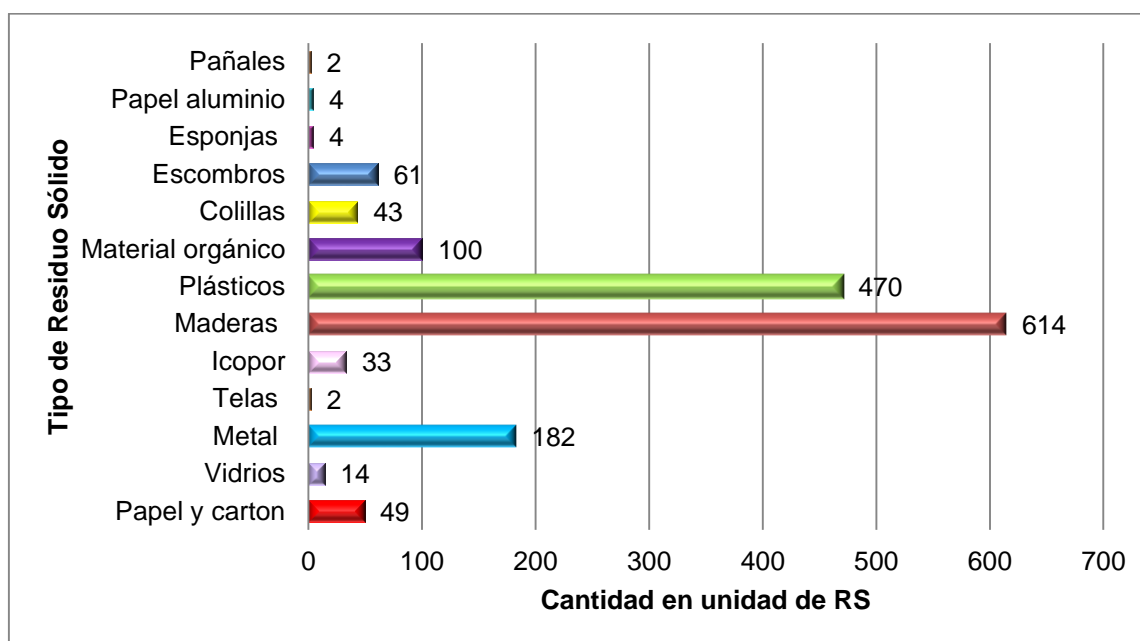
La presencia de los diferentes residuos sólidos demuestra que alguno llega de manera natural, pero la mayoría son generados por las diferentes actividades antrópicas llevadas a cabo en las playas de Sabanilla, Miramar, Country, Salgar y Pradomar, demostrando un problema de organización para el manejo de los residuos sólidos y de cultura por parte de quienes disponen los residuos sólidos en este conjunto de playas.

En los resultados de investigación a lo largo y ancho de las playas arenosas y rocosas del municipio de Riohacha, también se dieron variaciones en la cantidad de residuos sólidos y fue evidente una fuerte intervención de fenómenos naturales y antrópicos que influenciaron en la distribución y características (peso y tipo) de los residuos sólidos en el lugar. Allí los residuos recolectados en mayor porcentaje fueron los de compuestos orgánicos, y esto se ha dado por la aplicación de jornadas de limpieza y campañas de concientización dirigidas a los visitantes, las cuales han contribuido a esta diferencia, ya que utilizan bolsas o canecas para la disposición de los residuos sólidos. (Márquez Gullosa & Rosado Vega, 2011)

Hay que atribuir a la sociedad civil la responsabilidad posterior al consumo, en el sentido de comprometerla a ejercer conductas ambientalmente adecuadas para con los productos que ella descarta diariamente, los cuales son llamados comúnmente residuos sólidos. (Red

Iberoamericana Proplayas, Fundación Universitaria Tecnológico Comfenalco Cartagena, PlayasCorp., 2015).

**Gráfico 7.** Presencia de Residuos Sólidos en las playas de Sabanilla, Miramar, Country, Salgar y Pradomar.



## 8. CONCLUSIONES.

Las playas son uno de los ecosistemas más concurridos, por ello la importancia de conocer su estado al ser un ecosistema que mantiene un conjunto de actividades naturales y antrópicas. El problema de contaminación de las playas difiere en sus orígenes, por ende, se tuvieron en cuenta diferentes variables, desde la carga turística en la zona activa y zona sumergida, hasta la cantidad y tipo de residuos sólidos en el ambiente costero. El enfoque de la evaluación fue el suelo, dado a que, en la arena, específicamente en la zona activa es donde las personas pasan la mayor parte del tiempo cuando visitan una playa, además del contacto directo con este medio, por esto los parámetros primordiales fueron los Coliformes Totales, *Escherichia Coli*, grasas y/o aceites y la distribución granulométrica, este último para determinar el tipo de suelo y por ende el hábitat o reservorio de los organismos y/o contaminantes.

Según los resultados obtenidos durante los siete meses de muestreo en las cinco playas del municipio de Puerto Colombia – Atlántico se reconoció que si existe una contaminación en la arena de las playas y que de hecho hay una relación con el estado en el que se encuentre el agua, es decir, el mar.

Considerando los resultados, las playas de Salgar y Sabanilla obtuvieron el valor máximo para Coliformes Totales siendo este de 2400 NMP/10g, y el mínimo fue de 1,8 NMP/10g para todas las playas objeto de estudio. Para el caso de *Escherichia Coli* el valor máximo se presentó en la playa de Miramar con 1300 NMP/10g y el mínimo fue de 1,8 NMP/10g nuevamente para todas las playas objeto de estudio. Las grasas y aceites obtuvieron un valor máximo de 10,34 mg/kg en la playa de Country y como mínimo de 0,03 mg/kg registrado en Pradomar. Otros valores considerables se registran en Miramar con 9,26

mg/kg, 8,02 mg/kg y 7,06 mg/kg. La distribución granulométrica demostró que el tipo de suelo de las cinco playas se mantuvo con más del 95% compuesto por arena.

En cuanto a la existencia de una contaminación por parte del agua al suelo o viceversa, los factores de correlación indicaron que la conexión entre los dos medios fue nula para las playas de Sabanilla, Country y Salgar, caso contrario sucedió en la playa de Miramar donde el factor de correlación para los Coliformes Totales en Agua con Coliformes Totales en Suelo fue de 0,93; y con *Escherichia Coli* en Suelo de 0,69. Por otro lado *Escherichia Coli* en Agua con Coliformes Totales en Suelo tiene una correlación de 0,97 y con *Escherichia Coli* en Suelo de 0,77; denotando así la constante conexión que existió durante los meses de monitoreo.

Para la playa de Pradomar la correlación se mantuvo en 0,52 para los Coliformes Totales en Agua con Coliformes Totales en Suelo y con *E. Coli* en Suelo; también para *E. Coli* en agua con *E. Coli* en Suelo fue de 0,51; esta relación entre los medios agua y suelo vista desde los parámetros es leve, pero se considera ya que está en un punto intermedio, y no se debe pasar por alto el hecho que puede haber factores naturales o antrópicos que ayuden a aumentar dicha correlación en la playa de Pradomar.

Y enfocando el riesgo sanitario los gráficos de tendencia mostraron picos alarmantes que son el resultado de las dos muestras que se tomaron por campaña de monitoreo, por lo que se deja entre dicho la existencia de una buena calidad ambiental en cuanto a la arena de las playas objeto de estudio, ya que se demostró la presencia de organismos patógenos como son los Coliformes Totales y *Escherichia Coli*.



Teniendo en cuenta este contexto, a lo largo de la investigación fue notable que en Colombia los estudios en las playas siempre se enfocan en el agua y son pocos los que tienen en cuenta otros componentes como el suelo, o factores determinantes como los residuos sólidos y la carga turística. También sobresale la inexistencia de normas que regulen la calidad ambiental de una playa y más si es de destino turístico, la falta de un protocolo dirigido a la toma de muestras y el manejo para la conservación de estos ecosistemas, a su vez de que en las normas existentes no se fijan límites permisibles a parámetros de carácter sanitario o ambiental, de esta forma resalta la poca importancia que se le ha dado a las zonas costeras desde este ámbito.

Finalmente podemos decir que el tiempo de muestreo hizo evidente que las actividades antrópicas logran impactar negativamente este ambiente, y por ende cabe destacar que esta información es relevante para ayudar a preservar las zonas costeras, especialmente las de municipio de Puerto Colombia que cuentan con una alta demanda turística y se convierte automáticamente en la actividad económica principal, por lo tanto, es importante que propios y visitantes le den la atención necesaria a estos temas, para que desde su humanidad cumplan con los principios de cuidar los ecosistemas, he impulsen a que se dicten normativas que garanticen la buena calidad de la arena, el mar, en sí de la playa en general.

## **9. RECOMENDACIONES.**

- Realizar las campañas de monitoreo con mayor frecuencia, recomendando la toma de muestras dos veces en un mes o por lo menos si es de manera mensual que sea en meses continuos.
- Conocer el factor de correlación entre todos los parámetros utilizados para la evaluación de la calidad de una playa en los medios del agua y el suelo, es decir que se obtenga el factor de correlación entre las variables sanitarias, la carga turística, los residuos sólidos y grasas y/o aceites. Además de los otros parámetros en los que se estén trabajando.
- Determinar la influencia o afectación del Rio Magdalena hacia calidad ambiental o sanitaria de las playas del municipio de Puerto Colombia – Atlántico.
- Estipular más variables físico-químicas que permitan la evaluación de la calidad de la arena de las playas.
- Fundamentar un protocolo dirigido a la toma de muestras y a los límites permisibles de los parámetros en suelo, enfocado principalmente a las zonas costeras de destino turístico.

## BIBLIOGRAFÍA.

- Avila de Navia, S. L., Arcos Pulido, M. d., Estupiñan Torres, S. M., & Gomez Prieto, A. C. (2005). Indicadores microbiológicos de contaminación de las fuentes de agua. *NOVA*, 69 - 79.
- Botero , C., Pereira, C., & Cervantes, O. (2013). Estudios de calidad ambiental de playas en Latinoamérica: revisión de los principales parámetros y metodologías utilizadas. *Revista investigación ambiental, ciencia y política pública*, Vol. 5(2), 41 - 55.
- Botero Saltarén, C., Hurtado Garcia, Y., Gonzales Porto, J., Ojeda Manjarrez, M., & Díaz Rocca, L. (2008). Metodología de cálculo de la capacidad de carga turística como herramienta para la gestión ambiental y su aplicación en cinco playas del caribe norte Colombiano. *Gestión y Ambiente*, 109 - 122.
- Botero Saltarén, C., Manjarrez Paba, G., Marquez G, E., Díaz Mendoza, C., Díaz Solano, B., & Roa Coronado, J. (2013). Informe Final Del Programa De Calidad Ambiental En Playas Turisticas Del Caribe Norte Colombiano 2012-2013.
- Botero, C., & Pereira, C. (2015). *Programa de Monitoreo de Calidad Ambiental en Playas Turisticas* . Santa Marta .
- Botero, C., Zielinski, S., & Pereira, C. (2015). Monitoreo de la Calidad Ambiental de las Playas El Rodadero y Playa Blanca, Santa Marta - Colombia. En Red Iberoamericana Proplayas , F. C., & Playas Corp, *Calidad Ambiental en Playas*

- Turísticas - Aportes desde el Caribe Norte Colombiano* (págs. 209 -224). Santa Marta: Cristina Pereira Pomárico.
- Botero, Camilo. (2015). *PROTOCOLO RESIDUOS SÓLIDOS EN LA ARENA PARA PLAYAS TURÍSTICAS DEL CARIBE NORTE*. SANTA MARTA: Fundación Universitaria Tecnológico Comfenalco.
- Cortes Lara, M. d. (2003). Importancia de los coliformes fecales como indicadores de contaminación en la Franja Litoral de Bahía Banderas, Jalisco - Nayarit. *Rev Biomed Vol. 14. No. 2*, 121-123.
- Cruz Ortiz, I., & Galicia Jiménez, M. (2013). Calidad bacteriológica de la arena de mar. *PCTI - Ciencia, Tecnología e Innovación*, Año 6, No. 129 .
- Das, B. M. (2001). *Fundamentos de Ingenieria Geotécnica*. Thomson International.
- Dias e Cordeiro, I., Korossy, N., & Fragoso Selva, V. (2012). Determinación de la Capacidad de Carga Turística. El caso de Playa de Tamandaré - Pernambuco - Brasil. *Estudios y Perspectivas en Turismo*, 1630 - 1645.
- Gallardo García, G. (2012). *Evaluación del potencial turístico de las playas del departamento del Atlántico desde la perspectiva ambiental*. Barranquilla.
- Gallardo Garcia, G. (2013). Evaluación del potencial turístico de las playas del departamento del Atlántico – Colombia, desde la perspectiva ambiental. *Revista Dimensión Empresarial*, vol. 11, núm. 2,, , 62-69.
- Giro, S., & Maldonado, A. (1985). Análisis granulométrico por métodos automáticos: tubo de sedimentación y sedigraph. *Acta Geológica Hispánica*, t. 20, 95-102.

- Gonzalez , S. M., & Emiliani, F. (2005). Caracterizacion preliminar de la calidad microbiológica de la arena en las playas. *Natura Neotropicalis*, 81-84.
- Hurtado Garcia, Y. P., Botero Saltarén, C. M., & Herrera Zambrano, E. (2009). Selección y Propuesta de Parámetros para La Determinación de la Calidad Ambiental en Playas Turísticas del Caribe Colombiano. *Ciencia en su PC*, núm 4, 42 - 53.
- ICONTEC. (2011). *Norma Técnica Sectorial Colombiana NTS-TS 001-2. Destinos Turísticos de Playa*.
- IDEAM & MinAmbiente . (2014). *Anuario Climatologico 2014*. Colombia.
- L. Janet Vivas-agua, M. T. (2011). *Diagnosticoy evaluacion de la calidad Ambiental marina en el caribe y pacifico colombiano*. Santa Marta: REDCAM.
- Larrea, J., Rojas, M., Heydrich, M., Romeu, B., Rojas, N., & Lugo, D. (2009). Evaluación de la calidad microbiológica de las aguas del Complejo Turístico La Terrazas, Pinar del Río (Cuba). *Higiene y Sanidad Ambiental*, 9, 492 - 504.
- Lugo Arias, J. (2014). *Relación Espacio Temporal De La Calidad Microbiológica de Arena de Contacto Primario con el Régimen de Pluviosidad, en las Playas Turísticas: El Rodadero y Playa Blanca (Santa Marta)*. Santa Marta: Universidad del Magdalena .
- Márquez Gullos, E., & Rosado Vega, J. R. (2011). Clasificación e impacto ambiental de los residuos sólidos generados en las playas de Riohacha, La Guajira, Colombia. *Rev. Fac. Ing. Univ. Antioquia No 60*, 118 - 1228.

- Mendéz , N., Sous-Weiss, V., & Carranza, A. (1985). La Importancia de la Granulometría en la Distribución de Organismos Bentónicos. Estudios de Playas del Estado de Veracruz, México. *Instituto de Ciencias del Mar y Limnología*, 45-56.
- Mendoza Rentarías, H. (2012). Análisis del Programa Playas Limpias, desde el Marco de La Gestión Integral Costera: El caso de Playas de Tijuana, B.C. *El Colegio de la Frontera Norte*.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) e Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). (Abril, 2001). *Manual de Procedimiento para el Control Microbiológico de Alimentos*. Asunción, Paraguay: IICA - CIDIA.
- Morales Aleans, M., Esquivia Muñoz, V., & Tirado Ballesteras, I. (2015). Contaminación de Playas Turísticas de la Ciudad de Cartagena de Indias con Parasitos de Importancia Sanitaria 2012 -2014. En Red Iberoamericana Proplayas, F. C., & Playas Corp, *Calidad Ambiental en Playas Turísticas - Aportes desde el Caribe Norte Colombiano*. (págs. 235 - 246). Santa Marta: Cristina Pereira Pomárico.
- Ocaña, F., Apin, Y., Cala, Y., Vega, A., Fernandez, A., & Cordova, E. (2012). Distribución espacial de los macroinvertebrados de playas arenosas de Cuba oriental. *Revista de investigaciones marinas*, 30-37.
- Payares ardila, S. S., & Ospino Cursio, M. P. (2010). Caracterización de la calidad ambiental de el Rodadero utilizando variables fisico-químicas y microbiológicas del agua y arena de la playa .
- Pereira, C., & Botero, C. (2015). Calidad Ambiental en Playas Turísticas - CAPT. *Calidad Ambiental en Playas Turísticas. Aportes desde el Caribe Norte Colombia*, 31-42.

- Pereira, C., & Botero, C. (2015). Programa de Monitoreo de Calidad Ambiental en Playas Turísticas. *Calidad Ambiental en Playas Turísticas - Aportes desde el Caribe Norte Colombiano.*, 149-158.
- Piqueras, V. Y. (2007). Gestión del Uso y Explotación de las Playas . *Cuadernos de Turismo*, n° 19, 241-254.
- Posada Posada, B., & Henao Pineda, W. (2008). *Diagnóstico de la erosión en la Zona Costera del Caribe Colombiano*. Santa Marta: INVEMAR, Serie de Publicaciones Especiales No 13.
- Pucci, G., Acuña, A., & Pucci, O. (2013). Contaminación microbiológica por enterobacterias y coliformes totales de la playa de Stela Maris, Comodoro Rivadavia, Argentina, derivada de los efluentes cloacales. *Higiene y Sanidad Ambiental*, 13 (5), 1102 - 1107.
- Red Iberoamericana Proplayas, F. C., & Playas Corp. (2015). *Calidad Ambiental en Playas Turísticas - Aportes del Caribe Norte Colombiano*. Santa Marta: Cristina Pereira Pomárico.
- Red Iberoamericana Proplayas, Fundación Universitaria Tecnológico Comfenalco Cartagena, PlayasCorp. (2015). Protocolo de Residuos sólidos en la arena para playas turísticas. En *CALIDAD AMBIENTAL EN PLAYAS TURÍSTICAS* (pág. 347). Santa Marta: Cristina Pereira Pomárico.
- Redondo Solano, M. (2008). Validación de una metodología alternativa para el análisis de coliformes totales y fecales en muestras de agua mediante la técnica de Número

Más Probable (NMP) y determinación de la vida útil de muestras de aguas almacenadas en refrigeración. *Universidad de Costa Rica*, 1-57.

Taborda, J. A., Botero , C., & Sanchez, G. (2015). Capitulo 1. Innovación tecnológica en el programa CAPT. En f. u. Red iberoamericana Proplayas, *Calidad Ambiental en Playas turísticas- Aportes desde el Caribe Norte Colombiano* (págs. 161-170). Santa Marta .

Universidad del Magdalena - Fundación Universitaria Tecnológico Comfenalco. (s.f.). *Indice de Calidad Ambiental en Playas Turísticas ICAPTU II - ICAPTU\_RS Versión 002.*

Valenzuela, A., & Morgado, N. (2005). LAS GRASAS Y ACEITES EN LA NUTRICION HUMANA: ALGO DE SU HISTORIA. *Rev. chil. nutr. [online]. 2005, vol.32, n.2, 88-94.*

Vallejo Huamán, A. A. (2010). *Niveles de Contaminación en el Litoral Sur de la Bahía de Talara por Aceites-Grasas y Metales Pesados*. Piura: Repositorio institucional PIRHUA - Universidad de Piura.

Vergaray , G., Méndez F, C., Morant, H., Gamboa R, R., & Fernández S, F. (2011). Calidad microbiana del agua de playas de Lima y su relación con focos de contaminación. *Rev. del Instituto de Investigación (RIIGEO), FIGMMG-UNMSM*, 73-79.

Vergaray, G., Mendez, C., Morante, H., Heredia, V., & Bejar, V. (2007). *enterococcus y escherichia coli como indicadores de contaminacion fecal en playas costeras de Lima.*



- Vergaray, G., Mendez, C., Morante, H., Heredia, V., & Bejar, V. (s.f.). enterococcus y escherichia coli como indicador de contaminacion Fecal en playas costeras de lima .
- Vivas Aguas, L., Bentacourt , J., Quintero, M., Moreno, Y., Santana, C., Ibarra, K., . . . Sánchez, D. (2014). Diagnóstico y Evaluación de la Calidad de las Aguas Marinas y Costeras del Caribe y Pacifico colombianos. Santa Marta: Serie de Publicaciones Periodicas del Invemar No 4.
- World Health Organization. (2003). *Guidelines for safe recreational water environments*. Atlanta, USA.
- Zhang, q., Xia , H., & Tao , Y. (2015 ). Differential Decay of Wastewater Bacteria and Change of Microbial Communities in Beach Sand and Seawater Microcosms. *Environmental Science & Technology*.
- Zielinski , S., & Botero Saltarén, C. (2012). *Guía básica para certificación de playas turísticas*. Santa Marta, Colombia.: Editorial Gente Nueva.

## ANEXOS.

### Anexo 1. PLAYA DE SABANILLA

#### Anexo 1.1. Tabla de resultados jornada de la mañana Sabanilla

RESULTADOS DE SABANILLA JORNADA MAÑANA								
Coordenadas: 11°01'38,7" N 074°55'24,7" W								
Fecha	Tiempo (horas)	G y A Suelo mg/kg	C. Totales Agua NMP/100 mL	E. Coli Agua NMP/100 mL	C. Totales Suelo NMP/10g	E. Coli Suelo NMP/10g	C. T. Zona Activa m²/visitante.	C. T. Zona Sumergida m²/visitante.
27/04/2014	11:40 a. m.	0,1	1,8	1,8	2400	1200	46	50
08/06/2014	10:50 a. m.	0,35	180	180	1,8	1,8	11	9
03/08/2014	11:05 a. m.	0,44	1,8	1,8	180	180	38	9
26/10/2014	11:15 a.m.	5,23	29	16	25	9,1	14	12
23/11/2014	11:00 a.m.	0,19	55,0	26,50	12,00	6,10	10	8
06/12/2014	11:08 a.m.	0,06	190,0	94,50	46,00	17,00	0	0
01/02/2015	10:45 a.m.	0,10	445,0	16,15	1,80	1,80	5	0

#### Anexo 1.2. Tabla de resultado jornada de la tarde Sabanilla

RESULTADOS DE SABANILLA JORNADA TARDE								
Coordenadas: 11°01'38,7" N 074°55'24,7" W								
Fecha	Tiempo (horas)	G y A Suelo mg/kg	C. Totales Agua NMP/100 mL	E. Coli Agua NMP/100 mL	C. Totales Suelo NMP/10g	E. Coli Suelo NMP/10g	C. T. Zona Activa m²/visitante.	C. T. Zona Sumergida m²/visitante.
27/04/2014	04:10 p. m.	0,11	1,8	1,8	1,8	1,8	69	18
08/06/2014	02:30 p. m.	0,425	180	180	1,8	1,8	38	26
03/08/2014	03:22 p.m.	7,095	1,8	1,8	1,8	1,8	37	22
26/10/2014	03:30 p.m.	0,295	39,5	26	17	4,5	30	17
23/11/2014	03:45 p.m.	0,085	38	24	14	6,8	27	6
06/12/2014	03:44 p.m.	0,14	60,5	33,5	12	3,6	2	0
01/02/2015	03:00 p.m.	0,22	445	16,15	1,8	1,8	31	6

**Anexo 1.3.** Tabla de promedios de los datos por monitoreo en Sabanilla

<b>Promedios (mañana y tarde) de los datos por monitoreo en Sabanilla</b>				
<b>Fecha</b>	<b>Coliformes totales, Agua NMP/100 mL</b>	<b>Escherichia Coli, Agua NMP/100 mL</b>	<b>Coliformes totales, Suelo NMP/10g</b>	<b>Escherichia Coli, Suelo NMP/10g</b>
<b>27/04/2014</b>	1,8	1,8	1200,9	600,9
<b>08/06/2014</b>	180	180	1,8	1,8
<b>03/08/2014</b>	1,8	1,8	90,9	90,9
<b>26/10/2014</b>	34,25	21	21	6,8
<b>23/11/2014</b>	46,5	25,25	13	6,45
<b>06/12/2014</b>	125,25	64	29	10,3
<b>01/02/2015</b>	445	16,15	1,8	1,8

**Anexo 1.4.** Tabla de resultados granulométricos playa sabanilla.

<b>RESULTADOS GRANULOMETRÍA SABANILLA</b>						
<b>FECHA</b>	<b>Mañana</b>			<b>Tarde</b>		
	<b>Gravas</b>	<b>Arenas</b>	<b>Finos</b>	<b>Gravas</b>	<b>Arenas</b>	<b>Finos</b>
27/04/2014	0,70%	98,60%	0,70%	0,70%	99,00%	0,20%
08/06/2014	1,40%	97,90%	0,70%	1,70%	97,80%	0,50%
03/08/2014	1,40%	98,50%	0,10%	2,60%	97,40%	0%
26/10/2014	0,80%	99,10%	0,10%	1,40%	98,40%	0,20%
23/11/2014	1,40%	98,50%	0,10%	1,90%	98%	0,10%
06/12/2014	1,40%	98,30%	0,30%	1,10%	98,70%	0,20%
01/02/2015	0,90%	98,60%	0,50%	0,10%	99,70%	0,20%

## Anexo 2. PLAYA DE MIRAMAR.

### Anexo 2.1. Tabla de resultados jornada de la mañana Miramar

RESULTADOS DE MIRAMAR JORNADA MAÑANA								
Coordenadas: 11°00'00,6"N 074°57'13,8" W								
Fecha	Tiempo (horas)	G y A Suelo mg/kg	C. Totales Agua NMP/100 mL	E. Coli Agua NMP/100 mL	C. Totales Suelo NMP/10g	E. Coli Suelo NMP/10g	C. T. Zona Activa m <sup>2</sup> /visitante.	C. T. Zona Sumergida m <sup>2</sup> /visitante.
27/04/2014	09:30 a.m.	1,9	810	610	1,8	1,8	10	2
08/06/2014	09:40 a.m.	0,38	1,8	1,8	18	1,8	15	5
03/08/2014	09:46 a.m.	8,02	780	780	560	550	5	1
26/10/2014	09:25 a.m.	9,26	46,0	12,0	47,0	14,0	7	9
23/11/2014	08:55 a.m.	0,35	38,5	11	25	9,1	3	2
06/12/2014	09:30 a.m.	0,17	130	27	8,1	3,6	0	0
01/02/2015	9:00 a.m.	0,1	170	9,3	1,8	1,8	5	2

### Anexo 2.2. Tabla de resultados jornada de la tarde Miramar

RESULTADOS DE MIRAMAR JORNADA TARDE								
Coordenadas: 11°00'00,6"N 074°57'13,8" W								
Fecha	Tiempo (horas)	G y A, Suelo mg/kg	C. Totales Agua NMP/100 mL	E. Coli Agua NMP/100 mL	C. Totales Suelo NMP/10g	E. Coli Suelo NMP/10g	C. T. Zona Activa m <sup>2</sup> /visitante.	C. T. Zona Sumergida m <sup>2</sup> /visitante.
27/04/2014	02:30 p. m.	0,33	680,0	680,0	2100,0	680,0	26	14
08/06/2014	01:15 p. m.	0,295	1,8	1,8	1,8	1,8	36	26
03/08/2014	02:06 p. m.	6,545	180	180	1700	1300	22	14
26/10/2014	02:00 p.m.	7,06	199	29	70	25	38	25
23/11/2014	02:29 p.m.	0,155	45	19	43	14	37	30
06/12/2014	02:15 p.m.	0,185	40	21,5	40	26	0	2
01/02/2015	01:45 p.m.	0,155	110	1,8	1,8	1,8	39	20

**Anexo 2.3.** Tabla promedios de los datos por monitoreo en Miramar.

<b>Promedios (mañana y tarde) de los datos por monitoreo en Miramar</b>				
<b>Fecha</b>	<b>Coliformes totales Agua NMP/100 mL</b>	<b>Escherichia Coli, Agua NMP/100 mL</b>	<b>Coliformes totales, Suelo NMP/10g</b>	<b>Escherichia Coli Suelo NMP/10g</b>
27/04/2014	745	645	1050,9	340,9
08/06/2014	1,8	1,8	9,9	1,8
03/08/2014	480	480	1130	925
26/10/2014	122,5	20,5	58,5	19,5
23/11/2014	41,75	15	34	11,55
06/12/2014	85	24,25	24,05	14,8
01/02/2015	140	5,55	1,8	1,8

**Anexo 2.4.** Tabla resultados granulométricos Miramar

<b>RESULTADOS GRANULOMETRIA MIRAMAR</b>						
<b>FECHA</b>	<b>Mañana</b>			<b>Tarde</b>		
	<b>Gravas</b>	<b>Arenas</b>	<b>Finos</b>	<b>Gravas</b>	<b>Arenas</b>	<b>Finos</b>
27/04/2014	0,60%	99,10%	0,30%	0,80%	99,00%	1,00%
08/06/2014	0,60%	99,20%	0,20%	3,10%	96,80%	0,10%
03/08/2014	3,00%	96,90%	0,10%	2,30%	97,60%	0,1%
26/10/2014	1,60%	98,30%	0,10%	1,00%	98,70%	0,30%
23/11/2014	1,80%	98,10%	0,10%	2,20%	97,70%	0,10%
06/12/2014	0,70%	99,20%	0,10%	2,90%	97,10%	0,00%
01/02/2015	1,50%	97,80%	0,70%	1,90%	97,90%	0,20%

### Anexo 3. PLAYA DE COUNTRY

#### Anexo 3.1. Tabla de resultados jornada de la mañana Country

<b>RESULTADOS DE COUNTRY JORNADA MAÑANA</b>								
<b>Coordenadas: 11°02'15,6" N 074°55'19,1" W</b>								
<b>Fecha</b>	<b>Tiempo (horas)</b>	<b>G y A Suelo mg/kg</b>	<b>C. Totales Agua NMP/100 mL</b>	<b>E. Coli Agua NMP/100 mL</b>	<b>C. Totales Suelo NMP/10g</b>	<b>E. Coli Suelo NMP/10g</b>	<b>C. T. Zona Activa m<sup>2</sup>/visitante.</b>	<b>C. T. Zona Sumer gida m<sup>2</sup>/visitante.</b>
27/04/2014	12:10 a.m.	0,205	1,8	1,8	1,8	1,8	62	35
08/06/2014	11:15 a.m.	10,345	1,8	1,8	1,8	1,8	19	10
03/08/2014	11:40 a.m.	0,475	560	180	1,8	1,8	62	21
26/10/2014	11:40 a.m.	2,345	7,15	3,7	8,1	3,6	17	10
23/11/2014	11:26 a.m.	0,3	7,05	2,7	10	4	41	2
06/12/2014	11:26 a.m.	0,06	9,1	1,8	13	5,6	4	0
01/02/2015	11:15 a.m.	0,06	220	4,5	1,8	1,8	10	15

#### Anexo 3.2. Tabla de resultados jornada de la tarde Country.

<b>RESULTADOS DE COUNTRY JORNADA TARDE</b>								
<b>Coordenadas: 11°02'15,6" N 074°55'19,1" W</b>								
<b>Fecha</b>	<b>Tiempo (horas)</b>	<b>G y A, Suelo mg/kg</b>	<b>C. Totales Agua NMP/100 mL</b>	<b>E. Coli Agua NMP/100 mL</b>	<b>C. Totales Suelo NMP/10g</b>	<b>E. Coli Suelo NMP/10g</b>	<b>C. T. Zona Activa m<sup>2</sup>/visitante.</b>	<b>C. T. Zona Sumer gida m<sup>2</sup>/visitante.</b>
27/04/2014	04:35 p. m.	0,305	1,8	1,8	240	240	43	20
08/06/2014	02:45 p. m.	8,335	180	1,8	1,8	1,8	38	20
03/08/2014	03:40 p. m.	6,055	1,8	1,8	1,8	1,8	33	14
26/10/2014	04:00 p.m.	0,375	30,5	4,6	21	6,9	37	9
23/11/2014	04:18 p.m.	0,1	10	2,75	25	5,5	33	15
06/12/2014	04:00 p.m.	0,225	6,8	1,8	8,3	2	9	0
01/02/2015	03:25 p.m.	0,235	26	4,5	1,8	1,8	13	34

**Anexo 3.3.** Tabla de promedios de los datos por monitoreo en country

<b>Promedios (mañana y tarde) de los datos por monitoreo en Country</b>				
<b>Fecha</b>	<b>Coliformes totales, Agua NMP/100 mL</b>	<b>Escherichia Coli, Agua NMP/100 mL</b>	<b>Coliformes totales, Suelo NMP/10g</b>	<b>Escherichia Coli, Suelo NMP/10g</b>
27/04/2014	1,8	1,8	120,9	120,9
08/06/2014	90,9	1,8	1,8	1,8
03/08/2014	280,9	90,9	1,8	1,8
26/10/2014	18,825	4,15	14,55	5,25
23/11/2014	8,525	2,725	17,5	4,75
06/12/2014	7,95	1,8	10,65	3,8
01/02/2015	123	4,5	1,8	1,8

**Anexo 3.4.** Tabla de resultados granulométricos Country

<b>RESULTADOS GRANULOMETRÍA COUNTRY</b>						
<b>FECHA</b>	<b>Mañana</b>			<b>Tarde</b>		
	<b>Gravas</b>	<b>Arenas</b>	<b>Finos</b>	<b>Gravas</b>	<b>Arenas</b>	<b>Finos</b>
27/04/2014	3,10%	96,70%	0,20%	3,40%	96,40%	0,20%
08/06/2014	0,60%	99,30%	0,10%	3,20%	96,70%	0,10%
03/08/2014	3,10%	96,90%	0,00%	3,10%	96,80%	0%
26/10/2014	0,90%	99,10%	0,00%	1,90%	98,10%	0,00%
23/11/2014	2,40%	97,40%	0,20%	2,20%	97,70%	0,10%
06/12/2014	2,40%	97,50%	0,10%	2,40%	97,50%	0,10%
01/02/2015	0,50%	99,40%	0,10%	0,50%	98,60%	0,90%

#### Anexo 4. PLAYA DE SALGAR

##### Anexo 4.1. Tabla de resultados jornada de la mañana Salgar

RESULTADOS DE SALGAR JORNADA MAÑANA								
Coordenadas: 11°01'15,2" N 074°56'02,0"W								
Fecha	Tiempo (horas)	G y A, Suelo mg/kg	C. Totales Agua NMP/100 mL	E. Coli Agua NMP/100 mL	C. Totales Suelo NMP/10g	E. Coli Suelo NMP/10g	C. T. Zona Activa m²/visitante.	C. T. Zona Sumergida m²/visitante
27/04/2014	11:00 a.m.	0,17	1,8	1,8	810	200	75	42
08/06/2014	10:35 a.m.	1,54	180	1,8	180	1,8	39	27
03/08/2014	10:50 a.m.	0,085	180	180	2400	1110	48	22
26/10/2014	10:45 a.m.	0,575	155	65	23	17	14	29
23/11/2014	10:15 a.m.	4,41	250	185	25	9,1	11	20
06/12/2014	10:26 a.m.	0,265	210	64	46	31	4	2
01/02/2015	10:10 a.m.	0,045	130	48	2	2	39	9

##### Anexo 4.2. Tabla de resultados jornada de la tarde Salgar

RESULTADOS DE SALGAR JORNADA TARDE								
Coordenadas: 11°01'15,2" N 074°56'02,0"W								
Fecha	Tiempo (horas)	G y A Suelo mg/kg	C. Totales Agua NMP/100 mL	E. Coli Agua NMP/100 mL	C. Totales Suelo NMP/10g	E. Coli Suelo NMP/10g	C. T. Zona Activa m²/visitante.	C. T. Zona Sumergida m²/visitante
27/04/2014	03:33 p.m.	0,29	1,8	1,8	2400	920	111	46
08/06/2014	02:10 p.m.	6,785	1,8	1,8	1,8	1,8	97	49
03/08/2014	02:59 p.m.	6,205	400	180	920	400	77	58
26/10/2014	03:00 p.m.	0,44	545	170	120	58	53	44
23/11/2014	03:17 p.m.	0,06	145	66,5	70	48	61	53
06/12/2014	03:16 p.m.	0,1	295	120	79	20	12	2
01/02/2015	02:30 p.m.	0,14	240	240	1,8	1,8	100	70



**Anexo 4.3.** Tabla de promedios de los datos por monitoreo en Salgar

<b>Promedios (mañana y tarde) de los datos por monitoreo en Salgar</b>				
<b>Fecha</b>	<b>Coliformes totales, Agua NMP/100 mL</b>	<b>Escherichia Coli, Agua NMP/100 mL</b>	<b>Coliformes totales, Suelo NMP/10g</b>	<b>Escherichia Coli, Suelo NMP/10g</b>
27/04/2014	1,8	1,8	1605	560
08/06/2014	90,9	1,8	90,9	1,8
03/08/2014	290	180	1660	755
26/10/2014	350	117,5	71,5	37,5
23/11/2014	197,5	125,75	47,5	28,55
06/12/2014	252,5	92	62,5	25,5
01/02/2015	185	144	1,9	1,9

**Anexo 4.4.** Tabla resultados Granulométricos Salgar

<b>RESULTADOS GRANULOMETRIA SALGAR</b>						
<b>FECHA</b>	<b>Mañana</b>			<b>Tarde</b>		
	<b>Gravas</b>	<b>Arenas</b>	<b>Finos</b>	<b>Gravas</b>	<b>Arenas</b>	<b>Finos</b>
27/04/2014	1,80%	97,90%	0,30%	1,20%	98,20%	0,60%
08/06/2014	0,60%	99,20%	0,20%	2,10%	97,50%	0,30%
03/08/2014	9,10%	87,90%	3,00%	3,00%	96,40%	0,60%
26/10/2014	1,20%	98,70%	0,10%	2,10%	97,60%	0,30%
23/11/2014	1,80%	98,00%	0,20%	1,90%	97,5%	0,70%
06/12/2014	1,00%	98,90%	0,10%	0,90%	99,00%	0,100%
01/02/2015	0,30%	99,00%	0,70%	0,40%	98,80%	0,80%

## Anexo 5. PLAYA DE PRADOMAR

**Anexo 5.1.** Tabla de resultados jornada de la mañana Pradomar.

<b>RESULTADOS DE PRADOMAR JORNADA MAÑANA</b>								
<b>Coordenadas: 11°00'14,6" N 074°57'11,1" W</b>								
<b>Fecha</b>	<b>Tiempo (horas)</b>	<b>G y A Suelo mg/kg</b>	<b>C. Totales Agua NMP/100 mL</b>	<b>E. Coli Agua NMP/100 mL</b>	<b>C. Totales Suelo NMP/10g</b>	<b>E. Coli Suelo NMP/10g</b>	<b>C. T. Zona Activa m²/visitante.</b>	<b>C. T. Zona Sumergida m²/visitante</b>
27/04/2014	10:10 a. m.	7,04	910	910	1,8	1,8	48	82
08/06/2014	10:05 a. m.	0,515	37	370	180	180	20	31
03/08/2014	10:25 a. m.	0,35	400	370	780	400	73	29
26/10/2014	10:05a.m.	5	14,40	6,00	22	12	29	32
23/11/2014	09:45 a.m.	0,395	32,5	19,5	21	4,5	36	31
06/12/2014	09:56 a.m.	0,24	37	23,5	27	22	7	0
01/02/2015	09:45 a.m.	0,03	159,5	22	1,8	1,8	30	17

**Anexo 5.2.** Tabla de resultados jornada de la tarde Pradomar

<b>RESULTADOS DE PRADOMAR JORNADA TARDE</b>								
<b>Coordenadas: 11°00'14,6" N 074°57'11,1" W</b>								
<b>Fecha</b>	<b>Tiempo (horas)</b>	<b>G y A Suelo mg/kg</b>	<b>C. Totales Agua NMP/100 mL</b>	<b>E. Coli Agua NMP/100 mL</b>	<b>C. Totales Suelo NMP/10g</b>	<b>E. Coli Suelo NMP/10g</b>	<b>C. T. Zona Activa m²/visitante.</b>	<b>C. T. Zona Sumergida m²/visitante</b>
27/04/2014	03:10 p.m.	0,1	920	200	1,8	1,8	170	68
08/06/2014	01:50 p.m.	7,265	450	200	1,8	1,8	115	108
03/08/2014	02:35 p.m.	7,005	1200	560	810	400	130	95
26/10/2014	02:30 p.m.	0,42	280	130	39	24	70	90
23/11/2014	02:54 p.m.	0,085	260,00	99,50	39,00	25,00	65	157
06/12/2014	02:41 p.m.	0,195	145	57,5	94	17	25	10
01/02/2015	02:00 p.m.	0,16	41,5	25	1,8	1,8	83	60

**Anexo 5.3.** Tabla de Promedios de los datos por monitoreo en Pradomar.

<b>Promedios (mañana y tarde) de los datos por monitoreo en Pradomar</b>				
<b>Fecha</b>	<b>Coliformes totales Agua NMP/100 mL</b>	<b>Escherichia Coli Agua NMP/100 mL</b>	<b>Coliformes totales Suelo NMP/10g</b>	<b>Escherichia Coli, Suelo NMP/10g</b>
27/04/2014	915	555	1,8	1,8
08/06/2014	243,5	285	90,9	90,9
03/08/2014	800	465	795	400
26/10/2014	147,2	68	30,5	18
23/11/2014	146,25	59,5	30	14,75
06/12/2014	91	40,5	60,5	19,5
01/02/2015	100,5	23,5	1,8	1,8

**Anexo 5.4.** Tabla de resultados granulométricos Pradomar

<b>RESULTADOS GRANULOMETRIA PRADOMAR</b>						
<b>FECHA</b>	<b>Mañana</b>			<b>Tarde</b>		
	<b>Gravas</b>	<b>Arenas</b>	<b>Finos</b>	<b>Gravas</b>	<b>Arenas</b>	<b>Finos</b>
27/04/2014	1,20%	98,70%	0,10%	1,60%	98,30%	0,20%
08/06/2014	0,80%	98,90%	0,30%	1,30%	98,50%	0,20%
03/08/2014	1,10%	98,70%	0,20%	2,50%	97,40%	0%
26/10/2014	1,80%	98,00%	0,20%	1,60%	98,10%	0,30%
23/11/2014	1,30%	98,20%	0,50%	2,70%	97,20%	0,10%
06/12/2014	2,30%	97,60%	0,10%	1,60%	98,30%	0,10%
01/02/2015	1,20%	98,50%	0,30%	1,40%	98,20%	0,40%

**Anexo 6.** Residuos Sólidos en las playas de Sabanilla, Miramar, Country, Salgar y Pradomar.

<b>Tipo de Residuos Solidos</b>	<b>Fechas de Monitoreo</b>							<b>Sumatoria</b>
	27 de Abril del 2014	08 de Junio del 2014	03 de Agosto del 2014	26 de Octubre del 2014	23 de Noviembre del 2014	06 de Diciembre del 2014	01 de Febrero del 2015	
papel y cartón	20	23	28	8	5	5	3	49
vidrios	12	2	4	0	2	0	8	14
metal	33	26	23	32	42	40	45	182
telas	0	0	2	0	0	0	0	2
icopor	16	7	4	12	6	9	2	33
maderas	56	81	147	4	137	121	205	614
plásticos	192	133	161	53	90	66	100	470
material orgánico	82	24	33	13	19	18	17	100
colillas	27	13	6	14	4	16	3	43
escombros	1	12	15	5	4	21	16	61
esponjas	0	0	0	0	0	2	2	4
Papel aluminio	1	5	4	0	0	0	0	4
pañales	0	1	0	0	0	0	2	2

## **Anexo 7. REGISTRO FOTOGRÁFICO.**

**Anexo 7.1.** Carga Turística en algunas de las playas objeto de estudio. Fuente: Propia.



**Anexo 7.2.** Presencia de materia fecal en la zona activa, generada por animales no pertenecientes al ecosistema playero. Fuente: Propia.



**Anexo 7.3.** Focos de contaminación que alcanzan suelo y agua. Fuente: Propia.





**Anexo 7.4.** Residuos Solidos en las playas y toma de muestra de suelo. Fuente: Propia.

